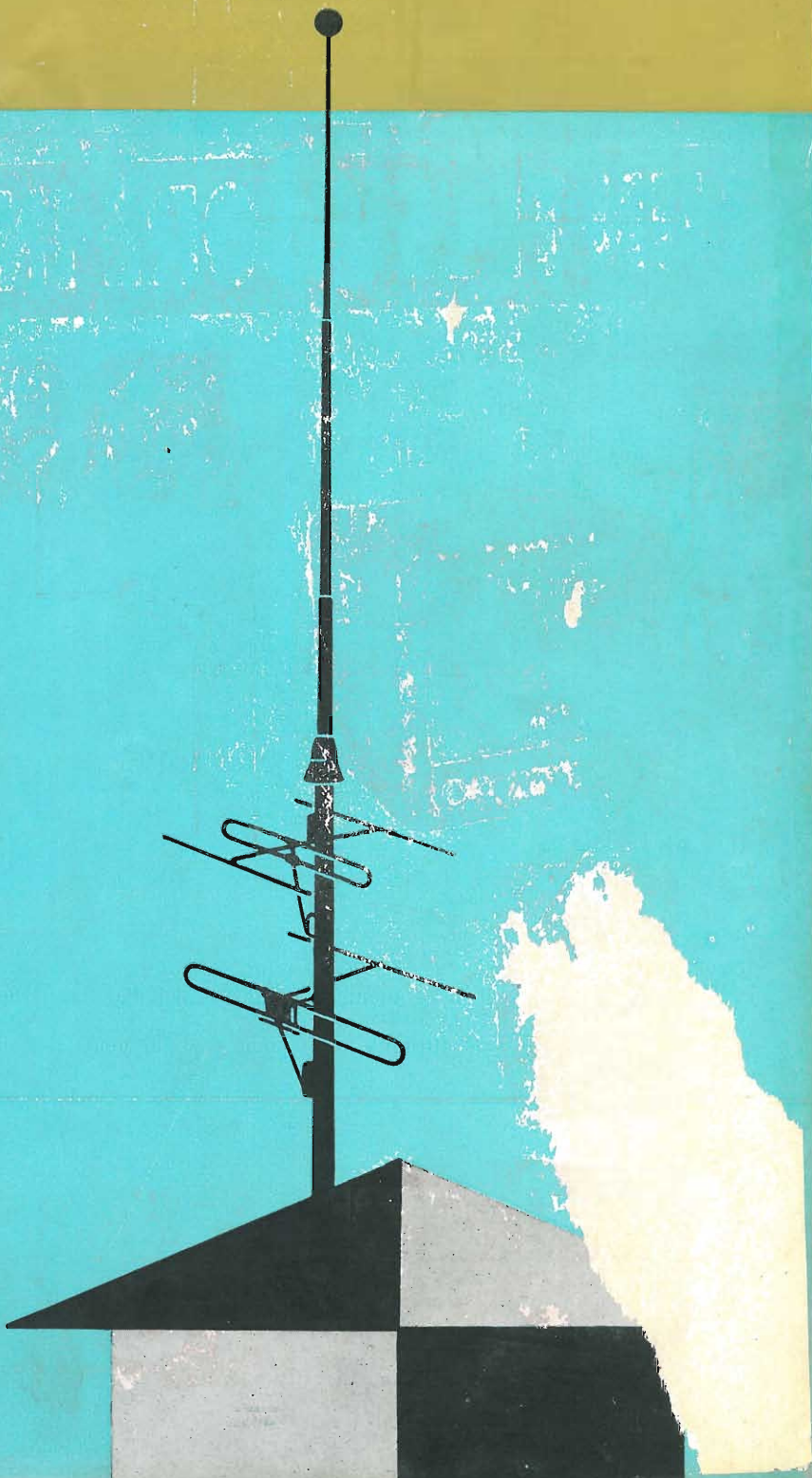
Spedizione in abbonamento postale - Gruppo III

l'antenna TV

Anno XXX - Aprile 1958

NUMERO 4

LIRE 350

I modelli si riferiscono ai valori di resistenza standard sotto elencati, con una tolleranza di resistenza di ± 5% e con tolleranza di linearità ± 0.5%.

I modelli marcati con asterisco (*) sono disponibili rapidamente.

A richiesta possono essere forniti i modelli con tolleranze più strette, con altri valori di resistenza od in esecuzioni speciali. Informazioni a richiesta.

INGG. S. & AGOSTINO BELOTTI
MILANO - PIAZZA TRENTO N. 8
TELEFONO 54.20.51
Strumenti per laboratori di ricerche

Beckman / Helipot® potenziometri di precisione

Duodial® quadranti indicatori del numero di rotazioni

Modelli a spirale multipla

* Model A

Standard resistances (ohms):

25	500	10,000	100,000
50	1,000	20,000	200,000
100	2,000	30,000	300,000
200	5,000	50,000	

* Model AJ
Model AJS
* Model AJSP

Standard resistances (ohms):

100	1,000	10,000	30,000
500	5,000	20,000	50,000

Model AN

Standard resistances (ohms):

1,000	10,000	30,000	100,000
5,000	20,000	50,000	

* Model B
Model BS
Model BSP
Model B (D)

Standard resistances (ohms):

1,000	10,000	50,000
5,000	25,000	100,000

* Model C

Standard resistances (ohms):

10	500	10,000	50,000
50	1,000	20,000	
100	5,000	30,000	

Model CN
Model CCN

Standard resistances (ohms):

1,000	10,000	50,000
5,000	20,000	75,000

Model D

qualunque resistenza da 60 a 1.500.000 ohms.

Model E

qualunque resistenza da 100 a 2.500.000 ohms

* Model 7703
Model 7705

Standard resistances (ohms):

500	3.000	10,000	50,000
1,000	4,000	20,000	100,000
2,000	5,000		

Modelli a spirale singola

* Model TP
* Model TSP

Standard resistances (ohms):

1,000	10,000	50,000
5,000	20,000	100,000

Model VSP
Model VC

Standard resistances (ohms):

1,000	10,000	50,000
5,000	20,000	100,000

* Model 5301

Standard resistances (ohms):

100	1.000	10,000
500	5,000	20,000

* Model 5401
* Model 5403

Standard resistances (ohms):

100	1,000	10,000
500	5,000	20,000

* Model 5601
* Model 5603

Standard resistances (ohms):

100	5,000	20,000
1,000	10,000	50,000

* Model 5701
* Model 5703

Standard resistances (ohms):

100	1,000	50,000
500	10,000	100,000

Modelli non lineari

Per una descrizione completa di questi modelli, richiedere il bollettino 54-74.

* LSP R20K C.5 (Sin-Cos)
* LSP R20K C1 (Tan±75°)
* LSP R50K C-25 (SSQ)
* LSP R15K C.75 (DSQ)
* LSP R20K C.25 (Log 20)
* LSP R20K C.5 (Log 50)

* Model RB
* Model RBB
* Model RBJ

* Model R-25
* Model R-25L
* Model R-40
* Model R-40L

* Model SR-101

* Model 901
* Model 902
* Model 903
* Model 904

Modelli da laboratorio

* Model T-10A

with RB DUODIAL and

Model A HELIPOT

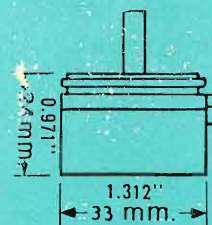
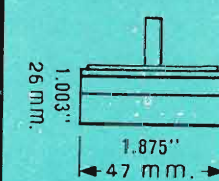
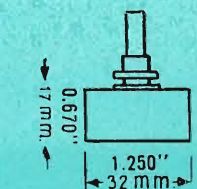
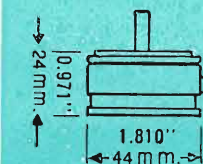
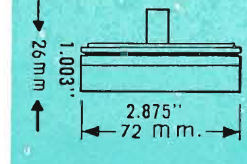
Standard resistances (ohms):

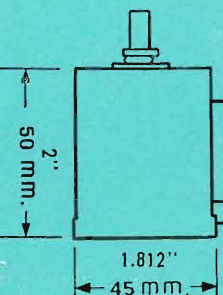
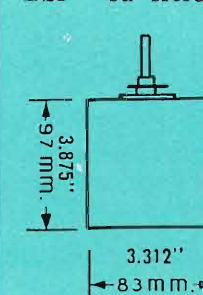
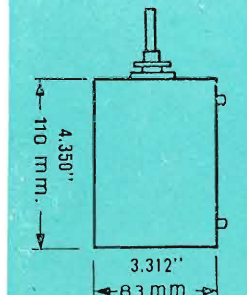
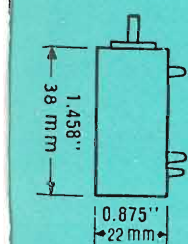
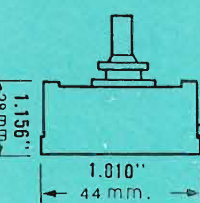
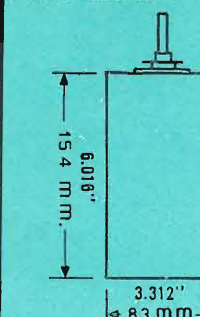
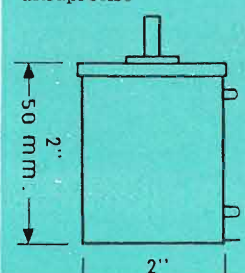
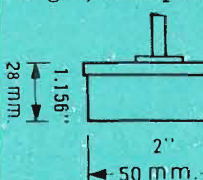
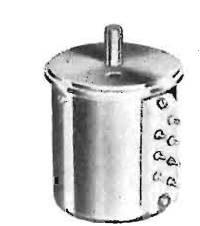
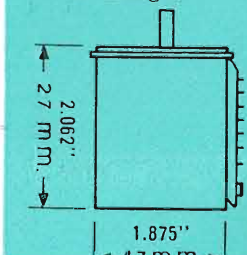
100	5,000	50,000
500	10,000	100,000
1,000	20,000	

BECKMAN® / Instruments
div. Helipot®

A SPIRALE SINGOLA

Serie T — ...sura miniatura; ...omento torcente minimo; ...=bussola su bronzina; ...P=bussola su sfera

Serie 5400 — Di alta precisione; Morsetti esterni

Serie 5600 — Diametro 50,8 mm; Morsetti esterni

Serie 5300 — Di alta precisione; Scatola in un sol pezzo, in alluminio

Serie V — Metallico; Permette una vasta scelta di caratteristiche

Serie 5700 — Diametro 76,4 mm; Morsetti esterni

A SPIRALE MULTIPLA

Serie A - 10 giri — Montaggio a dado; Modello classico

Serie B — 15 giri; Massima risoluzione; B = a dado; BS = a flangia; BSP = su sfere

Serie D - 25 giri — Corrispondente al B, con più accuratezza e risoluzione (0,001%)

Serie AJ — ...0 giri miniatura; ...dado, a flangia; ...JS = su bronzina; ...JSP = su sfere

Serie C — 3 giri; Accurato e di spazio ridotto; Scatola in plastica

Serie E — 40 giri - Spirale massima; Potere risolutivo 0,0007%

Serie AN — 10 giri, su sfera; Tolleranze più strette, ultrapreciso

Serie CN — Su bronzina o sfere; Ridotto spazio; 3 giri, ultrapreciso

Serie 7700 — 10 giri; A flangia

Helipot Potenziometri non lineari

nei rispetti dell'angolo di rotazione dell'albero di comando.

La precisione della tensione estratta da un Potenziometro non lineare viene chiamata con il termine di *«Conformità»*, che può essere definita quale massima deviazione dalla curva ideale e viene misurata in % della tensione massima di uscita.

HELIPOT fornisce modelli con caratteristiche non lineari basate su 10 curve matematiche più comunemente richieste. Oltre a ciò **HELIPOT** può fornire potenziometri non lineari secondo le specifiche del cliente, disponendo in maniera da rendere possibili passaggi a zero e cambi di tendenza della funzione.

Helipot Manopole di precisione Duodial a quadrante

Modello 902

Modello SR101

Modello RB

Le manopole *« Duodial »* permettono di regolare con assoluta esattezza i Potenziometri a spirale. Esse vengono fornite in diverse grandezze e per diversi problemi di misura, con i seguenti vantaggi:

- Massima precisione di lettura mediante due scale concentriche.
- Eliminazione di ogni gioco a mezzo speciale trasmissione planetaria.
- Dotazione di cuscinetti di precisione, di montaggio estremamente semplice.

Tipi di Duodial

Modelli	RB	RBB	RBJ	901	902	903	904	R25	R40	SR101
Massimo numero di giri		15		10	15	25	40	25	40	10
Diametro esterno in mm.	46	51	46	120	120	120	120	51	51	30
Applicabili ai modelli *Helipot* .	A AN C CN	B	AJ	A AN C CN	B	D	E	D	E	AJ

Helipot Linee di ritardo e Potenziometri da laboratorio

HELIDEL

Linee di ritardo

Le linee di ritardo **«HELIDEL»** costituiscono una particolare applicazione del Potenziometro, e permettono di regolare con precisione i ritardi di segnali fino ad un microsecondo con un potere risolutivo di 0,02 millimicrosecondo.

I 3 modelli standard presentano una capacità massima di ritardo di 0,2 0,3 e un microsecondo. La larghezza della banda di frequenza di questi modelli è di 20 risp. 4,5 MHz con una impedenza iniziale di 1350 Ω.

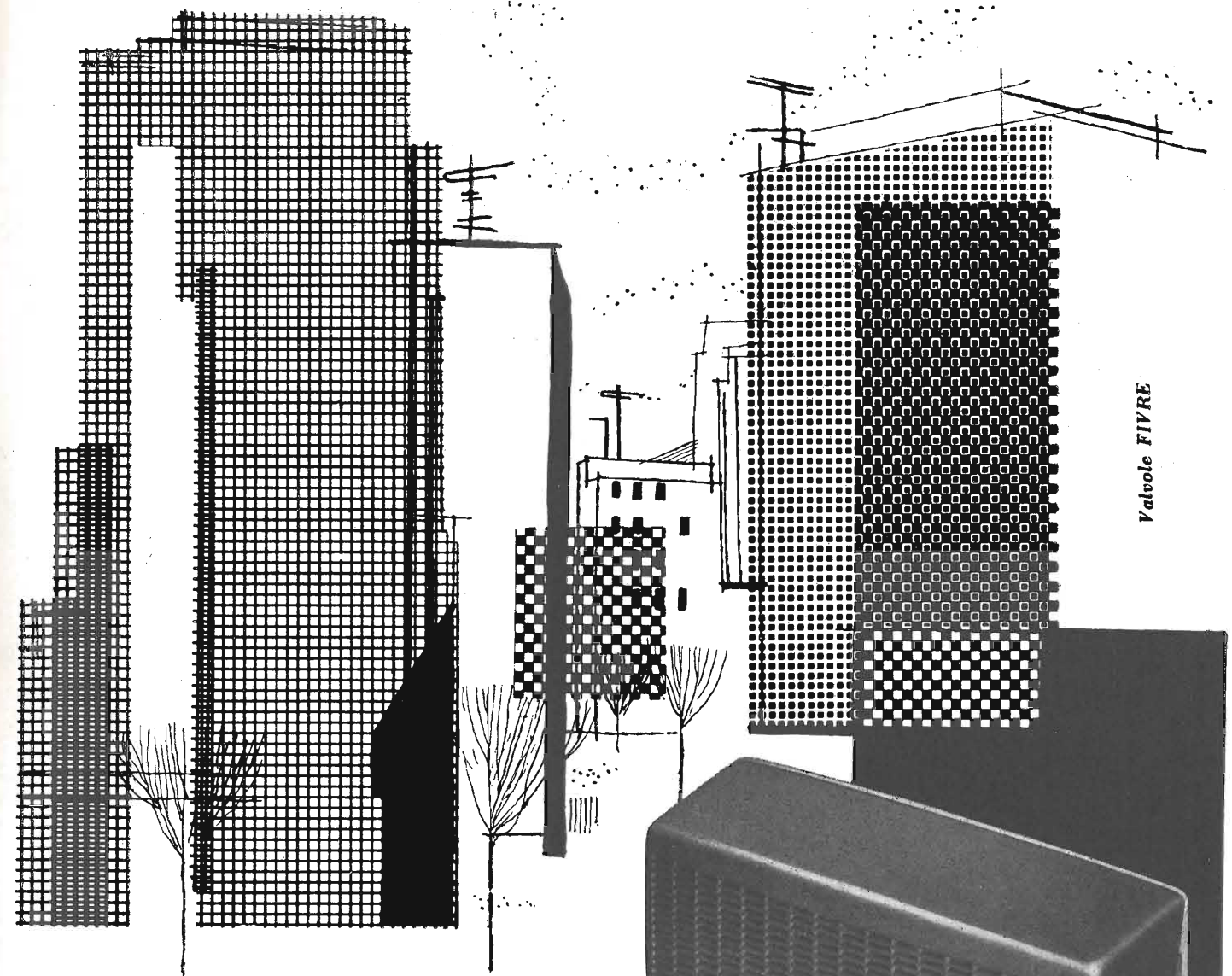
HELIPOT Potenziometro da Laboratorio Modello T-10-A

Formato da un potenziometro **Mod. A** e da una manopola di precisione, è stato creato per impianti sperimentali da laboratorio e da officina ed è dotato di morsetti appropriati. Possiede una tolleranza di ± 1% con una variazione massima di linearità del ± 0,1%. Modelli standard per resistenze di 10, 500 Ω e 1,5, 10, 20, 50, 100 K Ω. Ingombro 125 × 95 × 116 mm.

"...è una produzione del progresso"

DISTRIBUTORI

F. GALBIATI

MILANO
VIA LAZZARETTO, 17 - 14
TEL. 664.147 - 652.097

A casa moderna, apparecchio di linea moderna:

"DOMUS" RADIOMARELLI

"**Domus**" **RD 191 MF**, Radio ANIE, sinonimo d'intimità domestica è, con il Fido MF Radiomarelli, il più piccolo apparecchio radio a modulazione di frequenza e onde medie. Leggero, solido ed elegante, "Domus" ha 2,5 Watt di potenza d'uscita con grande altoparlante di elevata fedeltà e antenne incorporate. Acquistatelo e renderete davvero *completa* la vostra casa. Sarà il vostro inseparabile compagno entro le mura domestiche! Prezzo Lire 28.500.

Case felici con "Domus"

RADIOMARELLI

Radio - Televisori - Frigoriferi - Lavatrici

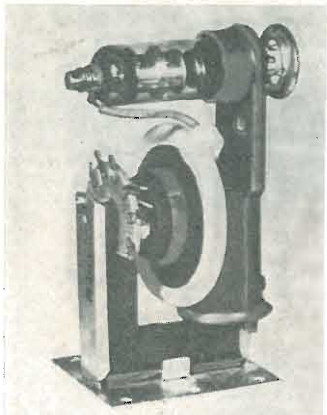
GRATIS Chiedete Catalogo Generale a: Radiomarelli - Corso Venezia, 51 - Milano.

RADIO

MELCO

TELEVISIONE

GIOGO DEFLESSIONE 90° - 110°

TRAPPOLE JONICHE - CENTRATOR

TRASFORMATORE EAT 90° - 110° - 1AX2

MILANO

Via Farini 55

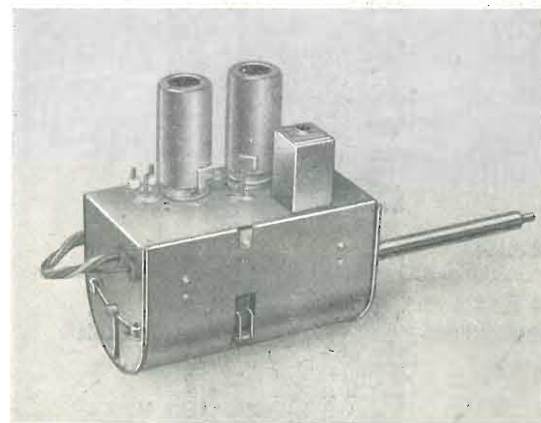
TRASFORMATORE EAT 90° - 1B3

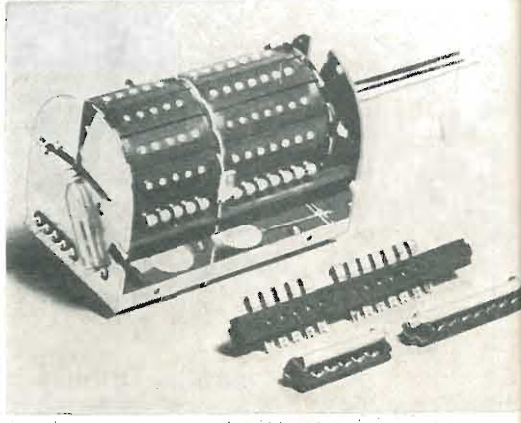
RADIO

NATIONAL

TELEVISIONE

VIA PRESTINARI, 1
Telef. 370.544

ING. CONSOLAR
MILANO

— Tuner a 12 posizioni per VHF
— Tuner predisposto per UHF
— Montaggi per ogni tipo di valvola a circuiti standard oppure di progetto

— Serie telaietti premontati: video - suono - sincronismi

La stabilità e la durata dei Sintonizzator NATIONAL, è assicurata dalla riconosciut qualità della struttura meccanica ER

Per ogni tipo di applicazione

TRANSISTORI RCA

RCA TYPE	CLASS OF SERVICE													
	Radio Frequency						Audio Frequency				Switching			
							CLASS A		Classes A and B		LOW-LEVEL			
	VHF Amplifier	HF Amplifier	Mixer	Oscillator	Converter	IF Amplifier	Small-Signal	Driver	Large-Signal	Power	Low-Speed	Medium-Speed	High-Speed	High-Voltage
2N247		✓	✓	✓	✓	✓							✓	
2N274*		✓	✓	✓	✓	✓							✓	
2N370		✓												
2N371			✓											
2N372				✓										
2N384*	✓	✓	✓	✓	✓	✓							✓	
2N139						✓								
2N140					✓									
2N218						✓								
2N219					✓									
2N409						✓								
2N410						✓								
2N411					✓									
2N412					✓									
2N104							✓							
2N105							✓							
2N109								✓	✓		✓			
2N175*							✓							
2N206*							✓							
2N215							✓							
2N217								✓	✓		✓			
2N220*							✓							
2N270								✓	✓		✓			
2N301									✓	✓				
2N301A									✓	✓				
2N405								✓						
2N406								✓						
2N407								✓	✓					
2N408								✓	✓					
2N269												✓		
2N398•											✓			✓
2N404*•												✓		

DRIFT TYPES: 2N247, 2N274*, 2N370, 2N371, 2N372, 2N384*

* Designed to meet military specifications

• Utilizes Proposed JETEC Size-Group 30 case

Per i circuiti in corrente continua come per quelli a radiofrequenza, in onde medie, onde corte e VHF, i transistori RCA offrono le migliori prestazioni, sia per la qualità che per la durata.

I transistori RCA si prestano per l'impiego in apparecchiature per usi civili, industriali, militari ed in quelle per il calcolo elettronico.

Per altre informazioni rivolgersi a: *Silverstar, ltd* s. p. a.

Milano - via Visconti di Modrone 21
Roma - via F. Denza 9

RADIO CORPORATION OF AMERICA
Marca depositata

È in distribuzione il nuovo catalogo RCA SCD-108/A a L. 250 (anche in francobolli)

Valigie amplificatrici

Mod. 615

Mod. 620

con apparecchi

Garrard

a 4 velocità

Mod. 600

Le valigie **Supravox** si distinguono per l'eleganza della finitura, l'alta qualità della riproduzione e la robustezza.

Munite dei famosi apparecchi **Garrard** e di amplificatori ampiamente dimensionati, esse garantiscono lunghi anni di perfetto funzionamento.

Le gambe di sostegno, che sono una saliente caratteristica delle valigie **Supravox,** facilitano il collocamento della valigia stessa e la rendono un oggetto di pregevole estetica, poco ingombro ed alto rendimento acustico.

Ottenibili presso i migliori rivenditori

i più moderni oscilloscopi a circuiti stampati

Mod. 547

Strumento di classe, con caratteristiche adatte agli usi di laboratorio nel campo della tecnica TV e degli impulsi, oltre agli usi generali. A larga banda (cc. ÷ 10 MHz) - Asse dei tempi molto lineare tarato in secondi con espansione fino a 50 diametri. - Dimens.: 380x300x500 mm.

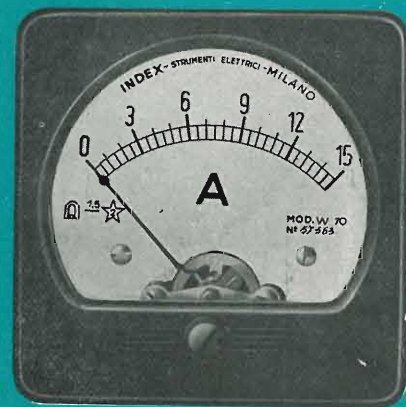
Mod. 538

Sostituisce il mod. 1251 e si presenta con caratteristiche che lo rendono adatto a tutti i lavori di laboratorio nel campo TV e dei rilievi oscilloscopici in generale.
Banda larga ad alta sensibilità.
ASSE TEMPI: molto lineare.
Dimensioni: 350x265x405 mm.

Mod. 528

Si presenta con caratteristiche tecniche atte a soddisfare le sentite esigenze di un oscilloscopio di media classe per usi generali di laboratori e fabbriche.
Alta sensibilità.
ASSE TEMPI: molto lineare.
Dimensioni: 410x210x250 mm.

FIERA CAMPIONARIA DI MILANO
Pad. 33 - stand 33321-33322 - Tel. 499-1417
Salone Componente Elettronico - stand 38064

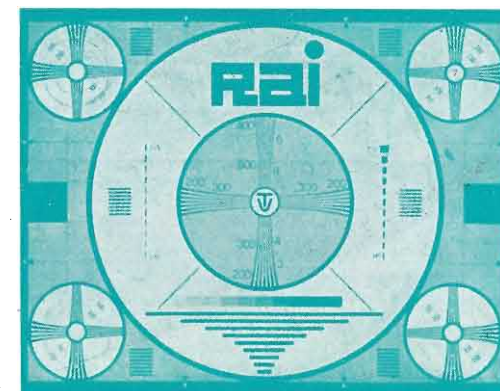
LABORATORI ELETTRONICI
VIA PANTELLERIA, 4 - **MILANO** - TELEFONO 991.267/8
FILIALI: ROMA, VIA AMATRICE, 15 - NAPOLI, VIA ROMA, 28

Q

O

RES

NUCLEI FERROMAGNETICI

VIA MAGELLANO N°6 - MILANO - TEL - 69.68.94

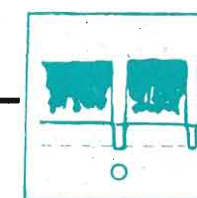
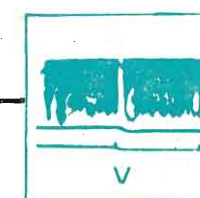
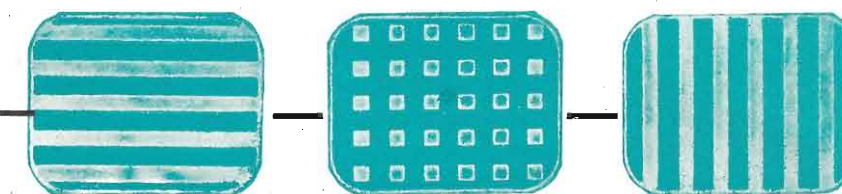
Generatore Video
EP 624

Anche in assenza del monoscopio, il vostro lavoro proseguirà senza interruzione

La piccola trasmittente TV in miniatura

Generatore di barre orizzontali, verticali e di reticolo regolabili con continuità.

Impulsi di sincronismo:
orizzontali a 15.625 corrispondenti a 625 righe per quadro, verticali a 50Hz corrispondenti a 25 quadri/secondo.

Generatore portanti da 20 a 230 MHz. Generatore suono a 5,5 MHz modulato in frequenza a 400 Hz.

BARRE VERTICALI, ORIZZONTALI E RETICOLO

SEGNALI DI SINCRONISMO - Secondo norma C.C.I.R.

APPARECCHI DI MISURA
E DI CONTROLLO RADIOELETTRICI

UNA

S.R.L. MILANO
VIA COLA DI RIENZO, 53A
TEL. 47.40.60 - 47.41.05

MICROFONI ALTA FEDELTÀ

RISPOSTA: 60 ÷ 14.000 Hz
SENSIBILITA' 54 dB (sotto 1 V per microbar)

GELOSO

M 60 A MEDIA IMPEDENZA (250 ohm) PER LINEE LUNGHE FINO A 500 METRI

M 61 AD ALTA IMPEDENZA - PER ATTACCO DIRETTO CON L'AMPLIFICATORE

TESTINA MICROFONICA M 60 (a media impedenza)
in elegante cofanetto - Cavo di prolunga di 10 metri
N. 395 - Trasformatore linea/amplificatore
L. 26.100

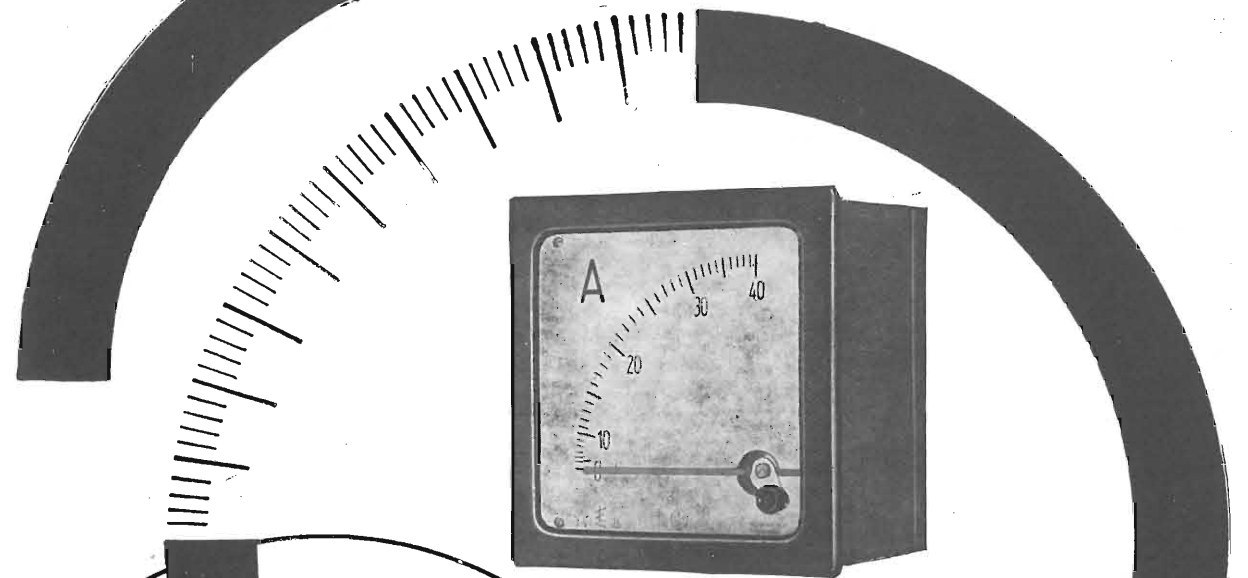
TESTINA MICROFONICA M 61 (ad alta impedenza)
in elegante cofanetto - Cavo di prolunga di 5 metri
N. 394 . . . . **L. 21.350**

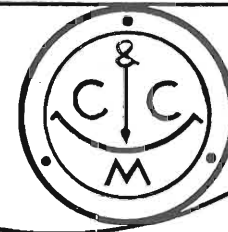
ACCESSORI

B80/CR	Base fissa da tavolo, cromata	L. 1.100
B81	Base da tavolo ad altezza regolabile	L. 12.000
B91	Base da pavimento, ad altezza regolabile	L. 12.000

GELOSO s. p. a. - VIALE BRENTA 29 - **MILANO** 808

---

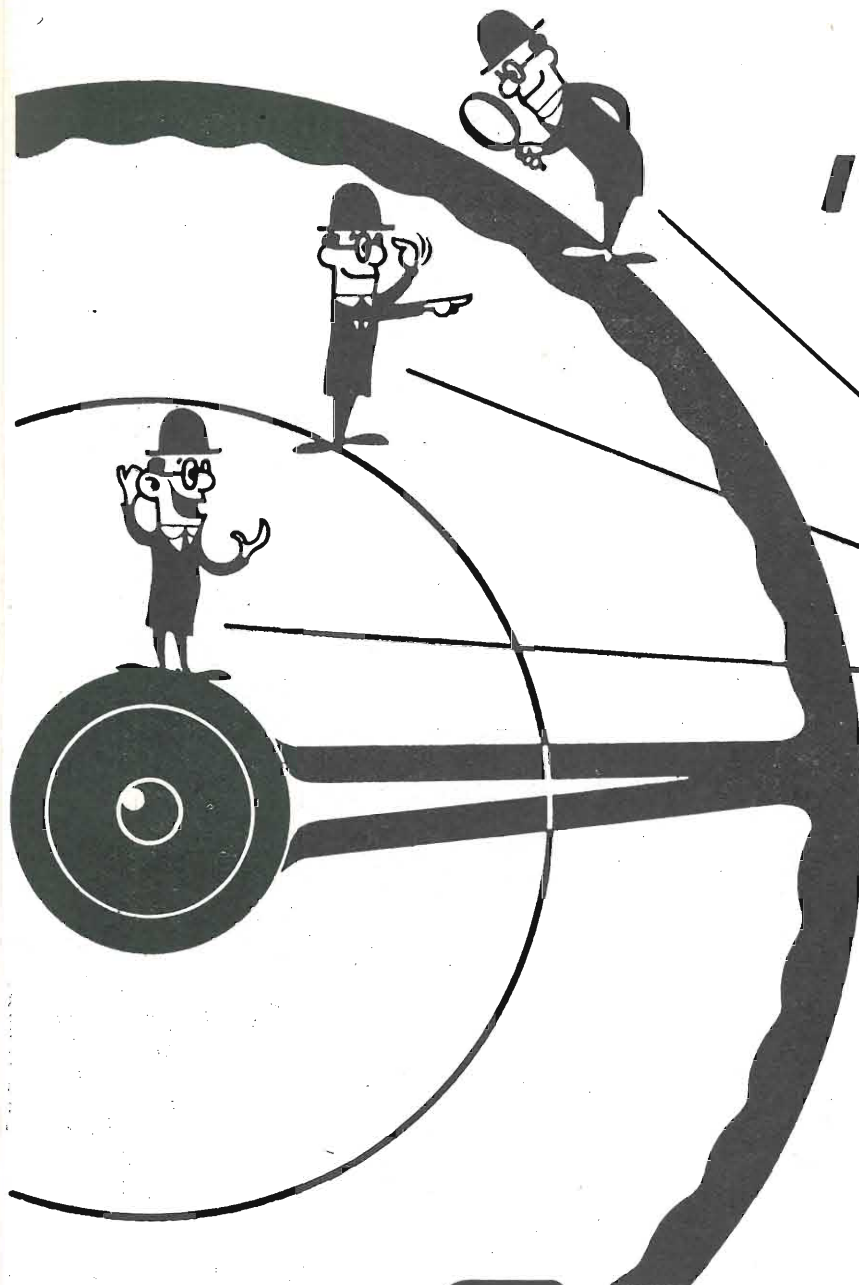
strumenti elettrici di misura

MOD. C.I.8.A. a magnete
MOD. A.I.8.A. elettromagnetici — flangia 100x100
MOD. C.I.11.A. a magnete
MOD. A.I.11.A. elettromagnetici — flangia 144x144

radio
televisione
telefonia
galvanoplastica
elettroterapia

strumenti
da pannello
da quadro
da laboratorio
tascabili
universali
speciali

Cassinelli & C.

MILANO

VIA GRADISCA 4 - TEL. 991.121 - 966.014

MANCA PUBBL.

l'autoradio che

CERCA

SCEGLIE

SINTONIZZA

le stazioni radio

DA SOLO

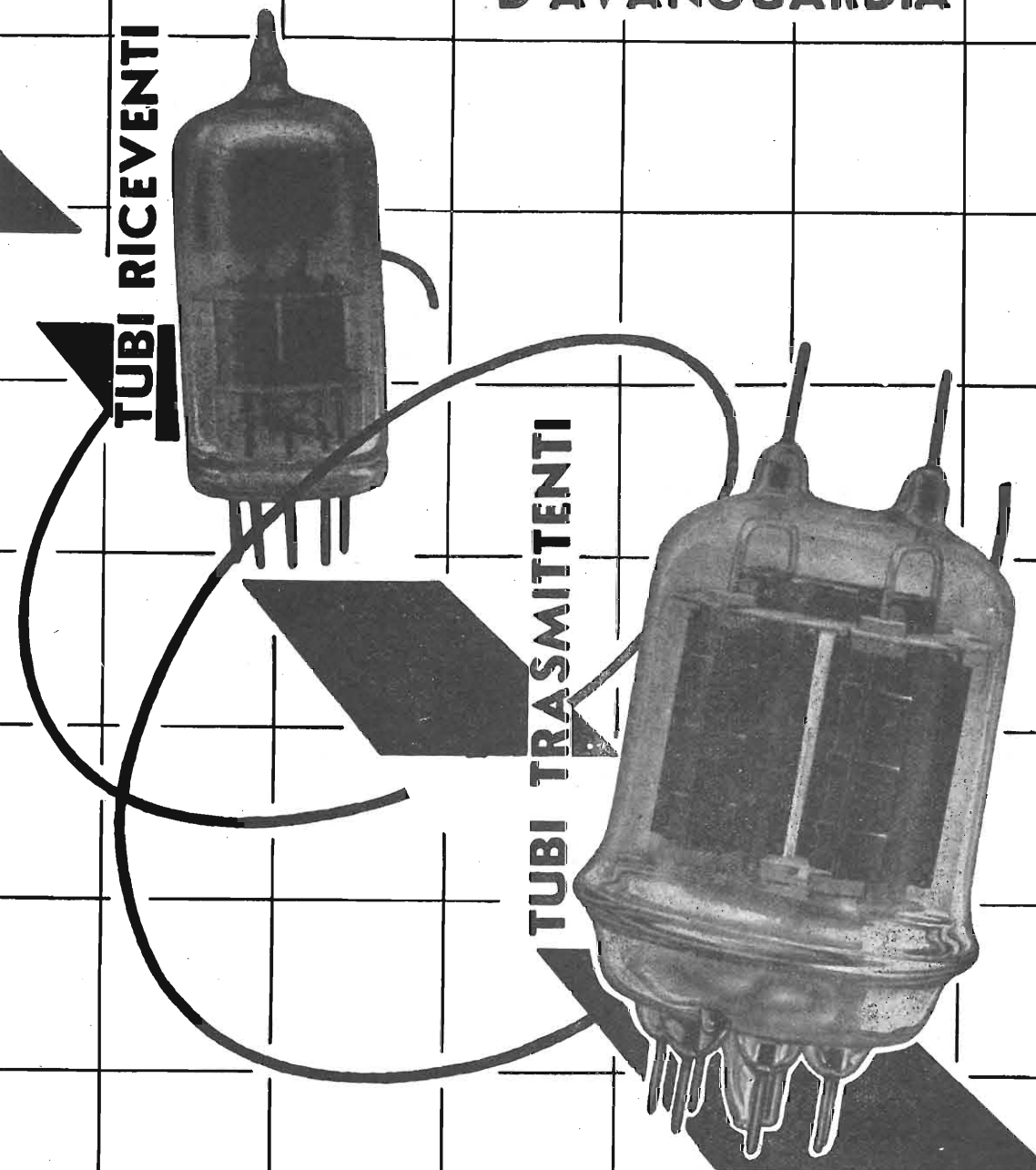
Condor

ELECTRONIK

Dr. Ing. GIUSEPPE GALLO
S.P.A. CONDOR
MILANO
VIA UGO BASSI, 23/A

ELETTRONICA D'AVANGUARDIA

TUBI RICEVENTI

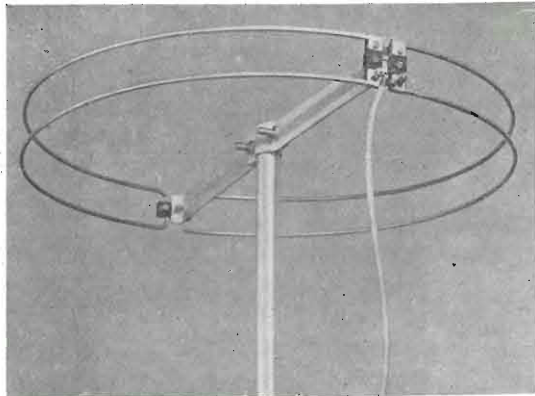
TUBI TRASMITTENTI

MARCONI ITALIANA

VIA CORSICA, 21 - GENOVA

AGENZIE DI VENDITA NELLE PRINCIPALI CITTÀ D'ITALIA

NOTIZIARIO TELEPOWER N. 3

la TELEPOWER presenta alla XXXVI FIERA DI MILANO

L'antenna circolare economica per M. F.

La R.A.I. ha potenziato in modo formidabile le trasmissioni radiofoniche a modulazione di frequenza (M.F.) ed il territorio nazionale è ormai largamente coperto da queste emissioni di alta qualità fonica. L'industria nazionale ed estera ha messo a disposizione del pubblico una vasta serie di ricevitori d'ogni mole e costo, talchè la M.F. sta oggi divenendo molto popolare. E' però purtroppo invalsa l'abitudine (sia presso il pubblico, profano, che presso molti rivenditori) che la ricezione della M.F. si debba considerare alla stessa stregua delle normali ricezioni in onda media. Si ritiene cioè che per ricevere la M.F. non occorra l'antenna così come si verifica per le onde medie.

Nulla di più erroneo invece. Le onde della M.F. (fra 90 e 100 MHz.) non si comportano come le onde medie ma bensì come le onde della TV. E come le onde della TV, esse subiscono riflessioni ed attenuazioni bizzarre e notevoli.

All'interno di una camera d'abitazione le onde della M.F. giungono anzitutto attenuate dall'attraversamento di edifici e pareti: esse subiscono poi una serie di riflessioni multiple sulle pareti della camera stessa in modo che all'ingresso del ricevitore perviene un miscuglio di onde più o meno sfasate e di modesta intensità.

E' noto che uno dei canoni fondamentali della ricezione a M.F. è rappresentato dalla possibilità di sopprimere tutti i disturbi parassitari che modulano l'onda in ampiezza, mediante l'azione limitatrice dei circuiti amplificatori e discriminatori del ricevitore. Tale azione è però subordinata all'esistenza di una certa intensità minima del segnale in entrata al di sotto della quale non si verifica alcuna soppressione di disturbi. Occorre quindi garantire all'ingresso dell'apparecchio un buon segnale forte e costante, cosa che si può realizzare unicamente con l'impiego di una buona antenna di captazione, sintonizzata sulla frequenza della M.F. E perchè l'azione dell'antenna sia veramente efficace è opportuno che l'antenna stessa sia installata all'esterno, o su di un balcone o meglio ancora sul tetto dell'edificio.

Purtroppo però il 90% delle ricezioni a M.F. viene ancor oggi effettuato senza antenna esterna.

Per venire incontro ai radio amatori desiderosi di ottenere i migliori risultati d'ascolto dal loro apparecchio M.F., valorizzandolo al 100% e godendo di una musica perfetta con un sottofondo assolutamente silenzioso e privo d'ogni disturbo, la TELEPOWER ha realizzato una speciale antenna per M.F. di ottimo rendimento pur con costo molto modesto. Trattasi di un'antenna dalla caratteristica forma circolare (diam. circa 50 centimetri) molto leggera e poco ingombrante che può essere facilmente installata su un balcone o sul tetto.

Tale antenna che viene fornita con l'impedenza di 300 ohm ovvero di 75 ohm, possiede una lieve direzionalità secondo un caratteristico diagramma a cardioide che ne aumenta il guadagno in una determinata direzione.

Naturalmente tale antenna, non possedendo il guadagno di un'antenna di tipo classico a dipolo ed elementi passivi (riflettore e direttore) non è utilizzabile in località distanti più di 50 ÷ 60 Km. dall'emittente M.F.

L'antenna circolare TELEPOWER per M.F. può essere facilmente installata o sul tetto dell'edificio ovvero su un balcone: deve essere sostenuta da un palo tubolare di ferro o d'alluminio del diametro esterno di 25 mm.

La discesa all'apparecchio verrà fatta preferibilmente in cavetto coassiale da 75 ohm, che consente una facile e semplice installazione sia all'esterno che all'interno della casa.

L'antenna per U. H. F. ad alto rendimento

Da qualche tempo hanno avuto inizio anche in Italia (Milano, Roma e Torino) delle emissioni sperimentali di TV nella banda delle U.H.F.

Tali emissioni, che possono considerarsi oggi ad esclusivo beneficio dell'industria per lo studio e la realizzazione dei gruppi « convertitori » necessari per consentire la ricezione in U.H.F. in normali televisori, preludono ad una prossima estensione del servizio TV in questa nuova banda di frequenze.

Le frequenze della banda U.H.F., che vanno da 470 a 585 MHz (banda IV internazionale) e da 610 a 960 MHz) (banda V internazionale) necessitano di speciali antenne per essere ricevute e la TELEPOWER sempre all'avanguardia del progresso tecnico ne ha già progettato e realizzato un modello semplice e pratico ad alta efficienza, regolarmente protetto da brevetto.

L'impedenza terminale di tale antenna è rigorosamente di 300 ohm entro tutta la banda delle U.H.F. e richiede solo una semplice e facile regolazione della distanza del dipolo del riflettore a cortina, per ottenere il massimo rendimento su un determinato canale.

Il guadagno dell'antenna TELEPOWER U.H.F. - tipo A - con dipolo a farfalla e riflettore a cortina, è di circa 6 e 8 Db., entro la banda 450-800 MHz.

Tale guadagno può essere praticamente raddoppiato montando due identiche antenne una sopra l'altra nello stesso palo di sostegno (antenna doppia).

Per la ricezione delle U.H.F. si presentano due distinti problemi:

1) per adattare i televisori già in funzione sugli attuali canali TV, occorre farli precedere da un dispositivo che converta un canale della banda U.H.F. in uno degli otto canali TV.

2) i televisori di nuova produzione saranno già predisposti per la ricezione in U.H.F. e porteranno già incorporato il gruppo convertitore oppure ne sarà prevista la facile e rapida applicazione interna.

TELEPOWER S.p.A. MILANO - VIA S. MARTINO, 16 - TEL. 857.553

LA CATENA DELLA FEDELTA' MUSICALE !!!

FESTIVAL

Il più imponente radiofono sinora presentato. Due mobili separati affiancabili o savrapponibili, discoteca con piani in cristallo estraibili. Riproduzione acustica superba, ineguagliabile; soddisfa le esigenze dei più raffinati amatori di musica riprodotta. Tutte le più moderne applicazioni:

- preamplificatore ed amplificatore BF
- agganciamento automatico della stazione in FM
- prese ausiliarie per registrazione e televisore
- selettore dei canali acustici
- comandi del profilo fisiologico, toni alti e bassi, equalizzatore di registrazione.

Esecuzione di gran lusso.

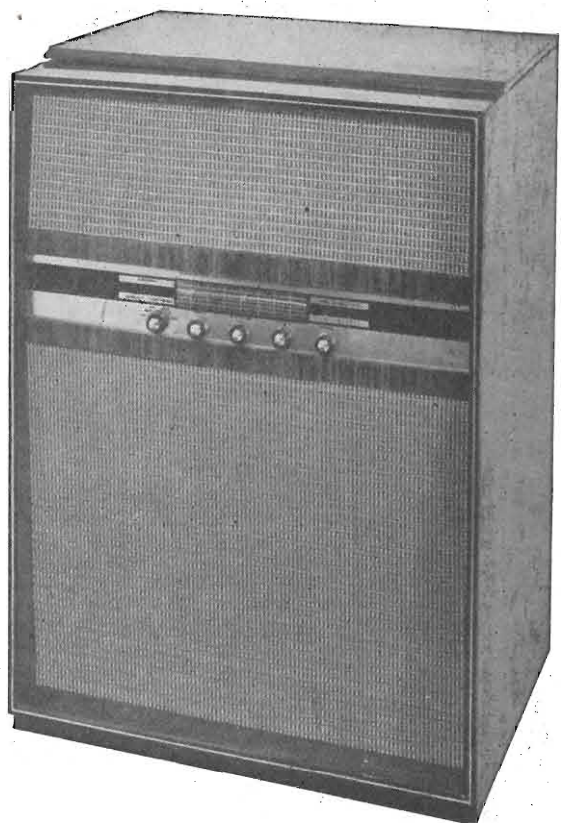
- 15 Watts di potenza di uscita.
- Controllo visivo della potenza e della distorsione.

CONCERTO

- Apparecchio « Alta Fedeltà » in unico mobile consolle.
- Cassa acustica a chiusura ermetica (Sospensione pneumatica) brevettata.
- Tre altoparlanti.
- Tutti i dispositivi tecnici che distinguono un riproduttore Alta Fedeltà Antifruscio - Antifondo - Compensatore di canali - Regolatori visivi di tonalità.
- Qualità di riproduzione musicalmente perfetta.
- Viene fornito con sintonizzatore AM/FM, oppure solo fono.
- Potenza di uscita: 12 Watt.

MELODY FONO - RADIO FM Novità 1958

Apparecchio « Vera Alta Fedeltà » tanto in fono che in radio FM.

- 12 Watt di potenza in uscita.
- Amplificatore in controfase assolutamente lineare: 20 - di potenza. 20.000 cps. a grande riserva
- Tre altoparlanti incorporati (più uno eventuale di riverberazione).
- Cassa acustica a chiusura ermetica (Sospensione pneumatica brevettata).
- Equalizzazione delle curve di registrazione.
- Testina a peso ridotto di elevata compiacenza.
- Dispositivo per la riproduzione stereofonica.

riproduttori acustici serie Vera Alta Fedeltà

PRODEL S.p.A. milano via aiaccio, 3 - tel. 745477

Fiera Camp. di Milano - Pad. 33 - stand 514

RESISTENZE CAMPIONI DI ALTA PRECISIONE

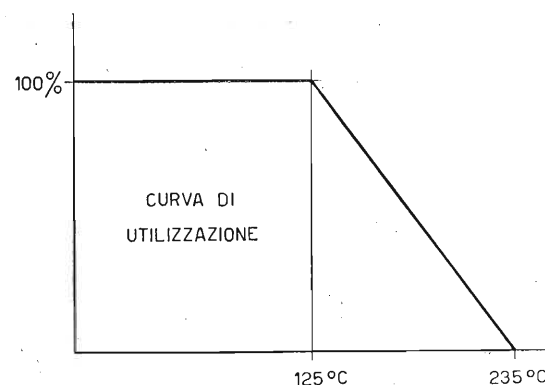
per strumenti di misura ed apparecchiature di alta stabilità

tipo SRC-ORO

corrispondenti alle norme MIL-R 19074 A e MIL-R-10509 B caratt. A

- *grado di fiducia massimo anche per uso in condizioni ambientali particolarmente severe*
- *coefficiente di temperatura estremamente basso (inferiore a quello della manganina)*
- *rumore di fondo trascurabile*
- *100 % del carico con temperatura ambiente di 125°*
- *stabilità eccezionale (variazione max nel tempo con l'uso in qualunque ambiente, con o senza carico, inferiore allo 0,1 %)*
- *isolamento oltre i 3000 volts effettivi*
- *corazza di protezione isolata ed a chiusura ermetica*

DIMENSIONI

Tipo	D	L	d	l
SRC/ORO - 1/4 W	8	16,5	0,8	30
SRC/ORO - 1/2 W	8	22	0,8	30
SRC/ORO - 1 W	10	30	0,8	30
SRC/ORO - 2 W	10	54	0.8	35

Tolleranze ottenibili: 5% - 1% - 0,5% - 0,2% - 0,1%

Tipo	caratteristiche elettriche principali				Coefficiente di temperatura	variazione massima alle prove tropicali
	W	campo dei valori	V. max.	max. temperatura ambiente		
SRC/ORO	1/4	1 Ω ÷ 1 M Ω	350	125 °C	inferiore a ± 0,0025 % °C	0,2 %
	1/2		350	125 °C		
	1		500	125 °C		
	2		750	85 °C		

METAL - LUX s. p. a. - Viale Sarca, 94 - Telefono N. 6424128 - 6424129 - **MILANO**

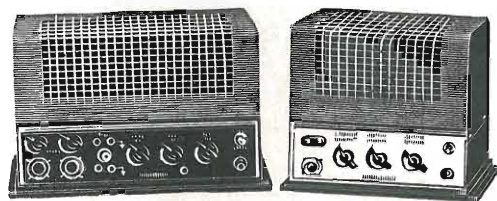
ICAR

- Condensatori a carta (norme MIL-C-25 A)
- Condensatori a mica (norme MIL-C-5 A)
- Condensatori elettrolitici (norme MIL-C 62 A)
- Condensatori al tantalio (norme MIL 3965)
- Condensatori a film sintetico
- Filtri d'interferenza
- Trasformatori speciali per elettronica e Televisione
- Linee artificiali formatrici di impulso
- Linee di ritardo
- Resistenze a filo di precisione (norme MIL-R-93 A)
- Rifasatori per basse e alte tensioni
- Condensatori di accoppiamento per telefonia e radio
- Divisori di tensione capacitivi

Comunicato

In occasione delle prossime elezioni abbiamo ripreso la lavorazione dei telai e amplificatori da 15, 30, 75, 100 Watt come da illustrazione.

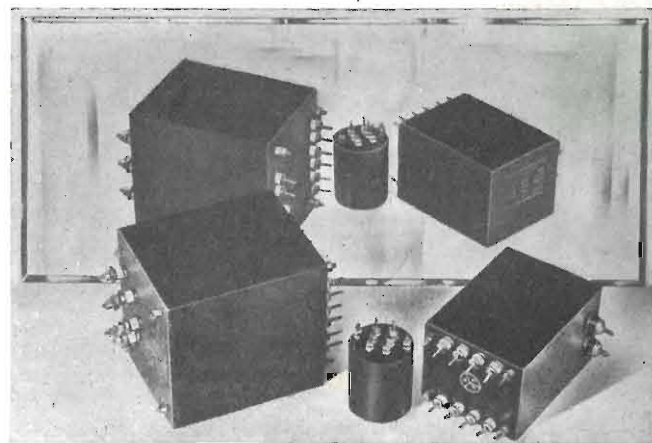
Essi sono finemente verniciati a fuoco e possiamo fornire sia il solo telaio con protezione, come pure gli amplificatori completamente montati. Onde non essere oberati di lavoro, Vi preghiamo di precisarci e di coprire in tempo il Vostro fabbisogno.

Chi desidera il nostro catalogo generale con i prezzi è pregato di richiederlo con l'invio dell'importo di L. 500. Le aggiunte dell'anno 1957/58 verranno spedite gratuitamente.

M. MARCUCCI & C.

Fabbrica Accessori e Apparecchi Radio e TV
Via F.lli Bronzetti, 37 - Tel. 733.774/5
MILANO

Visitateci alla Fiera di Milano
Padiglione N. 33 - Radio TV - Posteggio N. 33.384
Padiglione N. 38 - Componenti Radio TV - Post. N. 38.008

Laboratori Ing. G. Fioravanti

VIA SOFFREDINI, 43 - **MILANO** - TELEFONO 25.72.231

Trasformatori trattati nel vuoto a norme JAN-MILT ecc...

Produzione di:

a) serie completa di trasformatori per radio e televisione anche con speciali nuclei avvolti
b) trasformatori speciali per usi diversi, a norme militari, ecc. compresi trasformatori torici speciali
c) trasformatori di misura a norme C.E.I.
d) trasformatori industriali di potenza
e) reattori e trasformatori per tubi luminosi
f) variatori di tensione toroidali con regolazione a mano
g) regolatori automatici di tensione di grande potenza
h) apparecchiature per la produzione di ozono
i) amplificatori magnetici di vario tipo
l) quadri e banchi di comando, raddrizzatori, ecc.

MAGNETI MARELLI

GRUPPO MAGNETI MARELLI

XXXVI FIERA DI MILANO
PADIGLIONE 41 EL

RADIO ED ELETTRONICA

- Radioricevitori, radiofonografi, auto-radio.
- Televisori.
- Impianti trasmittenti di ogni tipo e potenza, per radiodiffusione, per telegrafia e per telefonia.
- Trasmettitori per televisione.
- Impianti ricetrasmittenti per servizi commerciali, navali, aerei e militari.
- Impianti per telecomunicazioni ad onde metriche e centimetriche.
- Ponti radio telefoni e relativi multiplex.
- Ponti radio televisivi.
- Apparecchi elettronici speciali.
- Radar nautici.
- Televisione a circuito chiuso.
- Apparecchiatura di bassa frequenza per studi radiofonici.
- Impianti di amplificazione sonora per qualsiasi impiego.
- Microfoni, altoparlanti ed amplificatori di ogni tipo.
- Parti staccate per costruzioni radio: condensatori elettrolitici, ceramici, in carta, compensatori, ecc.

- Tubi elettronici riceventi e trasmittenti per tutte le applicazioni nelle radiocomunicazioni e nella televisione.
- Tubi per applicazioni industriali.
- Tubi per apparati elettromedicali.
- Tubi a raggi catodici, cinescopi.
- Tubi a raggi « X ».
- Quarzi piezoelettrici per ogni applicazione.

- Tubi e ampolle in vetro al piombo e duro (nonex), ecc. per valvole termoioniche riceventi e trasmittenti; vetri speciali per industrie chimiche.
- Isolanti ceramici per impiego nelle costruzioni elettriche ed elettroniche.

FABBRICA ITALIANA MAGNETI MARELLI S.p.A.	Milano - Casella Postale 45
	Sesto S. Giovanni
FIVRE S.p.A.	Milano - Via Guastalla, 2
STAR S.p.A.	Milano - Via Guastalla, 2
RADIOMARELLI	Milano - Corso Venezia, 51

Geloso

PREAMPLIFICATORE MISCELATORE G 290-A

PREAMPLIFICATORE MICROFONICO A 5 CANALI D'ENTRATA INDIPENDENTEMENTE REGOLABILI E MISCELABILI ALIMENTAZIONE INDIPENDENTE A TENSIONE ALTERNATA

MISURATORE DEL LIVELLO BF FACOLTATIVAMENTE INSERIBILE IN OGNUNO DEI DIVERSI CANALI D'ENTRATA E IN QUELLO D'USCITA

PER USI PROFESSIONALI, PER I GRANDI IMPIANTI DI AMPLIFICAZIONE, QUANDO OCCORRA MESCOLARE DIVERSI CANALI D'ENTRATA

Prezzo
L. 56.000
T.R. L. 220
completo di mobile

ALTA FEDELTA'

Prezzo L. 66.500 - T.R. L. 385 completo di mobile

G233-HF / G234-HF - COMPLESSO AMPLIFICATORE ALTA FEDELTÀ

POTENZA MASSIMA BF 15 WATT CON DISTORSIONE INFERIORE ALL'1%.

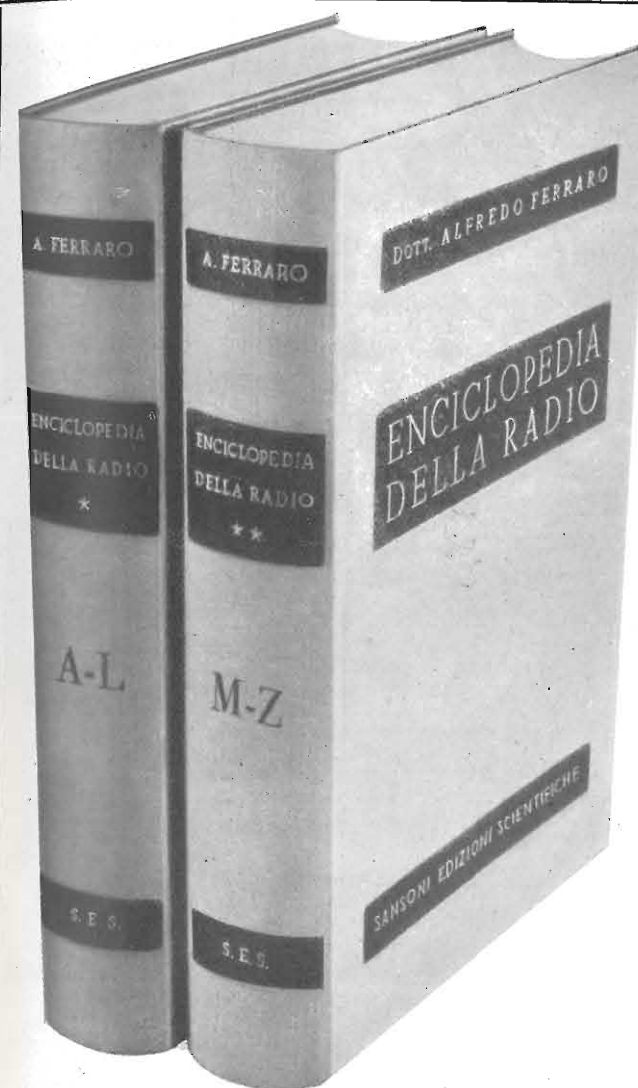
5 canali d'entrata - Equalizzatore - Controllo indipendente delle frequenze alte e di quelle basse - 1 filtro taglia alti - 1 filtro taglia bassi - Uscita per linea a bassa impedenza (60 mV; 100 ohm) - Guadagno: entrata 1) = 66,5 dB; entrata 2) = 35,5 dB; entrata 3) = 38,5 dB; entrata 4) = 39,5 dB; entrata 5) = 66,5 dB - Risposta: lineare da 30 a 20.000 Hz ± 1 dB - Controllo della risposta: con filtro passa basso (taglio a 20 Hz); con filtro passa alto (taglio a 9000 Hz); con regolatori manuali delle frequenze alte e di quelle basse; equalizzatore per registrazioni fonografiche su dischi microsolco oppure a 78 giri - Intermodulazione tra 40 e 10.000 Hz: inferiore all'1 %.

G232-HF - AMPLIFICATORE ALTA FEDELTÀ 20W

POTENZA MASSIMA 20 W CON DISTORSIONE INFERIORE ALL'1 %.

Guadagno: micro 118,9 dB; fono 92,9 dB - Tensione di rumore: ronzio e fruscio 70 dB sotto uscita massima - Risposta alla frequenza: lineare da 30 a 20.000 Hz (± 1 dB) - Distorsione per la potenza d'uscita nominale: inferiore a 1 % - Intermodulazione tra 40 e 10.000 Hz con rapporto tra i livelli 4/1: distorsione inferiore a 1 % per un segnale il cui valore di cresta corrisponde a quello di un'onda sinusoidale che dà una potenza di uscita di 20 W. - Circuiti d'entrata: 2 canali micro (0,5 MΩ) - 1 canale pick-up commutabile su due entrate. Possibilità di miscelazione tra i tre canali. - Controlli: volume micro 1; volume micro 2; volume fono; controllo note alte; controllo note basse - Controllo frequenze: alte a 10 kHz da +15 a —26 dB; basse a 50 Hz da +15 a —25 dB.

Prezzo L. 59.000 - T.R. L. 385 completo di mobile

GELOSO s.p.a. - viale Brenta, 29 - MILANO 808

Enciclopedia della Radio

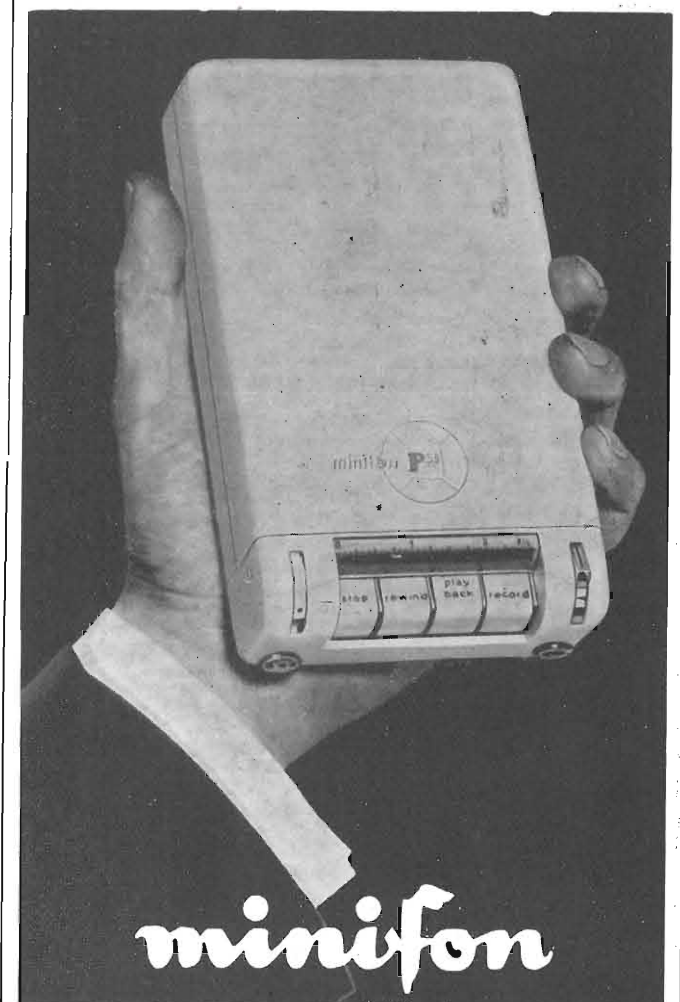
un vero e proprio dizionario nel quale (disposti secondo ordine alfabetico) trovano ampia trattazione teorica e pratica tutti gli argomenti riguardanti la radiotecnica, la tecnica elettronica e la televisione, nonchè quegli argomenti che, pur sembrando complementari, si dimostrano ad essi intimamente legati: dalla acustica degli ambienti, alla trasmissione delle immagini; dall'architettura funzionale, alla telegrafia e alla telefonia; dalla chimica e dalla metallurgia, alla radiogoniometria e alla radioassistenza alla navigazione; dai principi basilari di elettrotecnica, elettroacustica ed elettrochimica, ai condensati richiami di analisi, matematica, geometria analitica e fisica matematica.

ENCICLOPEDIA DELLA RADIO
è un'opera veramente unica, al tempo stesso teorica e pratica, in quanto ogni voce pur essendo sviluppata, ove necessario, con assoluto rigore scientifico, è corredata da elementi pratici del massimo interesse, quali dati costruttivi, tabelle, grafici e monogrammi. Le numerose illustrazioni (circa 3000) e le tavole nel testo, selezionate con cura, acquistano valore didattico di alto interesse.

ENCICLOPEDIA DELLA RADIO
è un'opera di consultazione quotidiana, dedicata a un vastissimo pubblico, dai tecnici specializzati, ai radioamatori, agli studiosi e ai laureati. I due volumi che la compongono sono in grado di sostituire una intera biblioteca tecnica e di consentire, per la facilità di consultazione, un guadagno non indifferente di tempo.

ENCICLOPEDIA DELLA RADIO
2 VOLUMI FORMATO 17 x 25 RILEGATI IN TUTTA TELA, OLTRE 1600 PAGINE RICCAMENTE ILLUSTRATE L. 18.000

IN VENDITA NELLE LIBRERIE ED IN TUTTE LE AGENZIE DELLA UNIONE EDITORIALE - Lungotevere A. da Brescia, 15 - ROMA

Agli abbonati de « L'Antenna » ed « Alta Fedeltà » sconto del 10 % sul prezzo di copertina - indirizzate richiesta a:
EDITRICE "IL ROSTRO„ - Via Senato, 28 - MILANO

TASCABILE

PESO GR. **880** DIMENSIONI CM. **10x17x4**

Il più piccolo e pratico registratore-dittafono per parola e musica esistente al mondo:

- registra e riproduce ininterrottamente fino a: 2 ore e ½ parola e musica (mod. « S »); 5 ore la parola (mod. « L »);
- funziona con le batterie interne (accumulatore) o con la corrente alternata;
- rapida e facile trascrizione dattilografica con il telecomando a pedale elettrico;
- robustissimo, in elegante cassa metallica.

in ogni momento ed ovunque pronto per la registrazione sarà per Voi...

★ **la seconda memoria...**
★ **l'invisibile testimone di colloqui ed accordi verbali...**
★ **il pratico e funzionale dittafono tascabile...**
★ **il gradevole compagno dei momenti di distensione, durante i quali ripeterà per Voi la voce dei Vostri cari o le canzoni preferite...**

Elenco delle Ditte Esclusiviste Regionali (Escl.) e Distributrici locali (Distr.) in Italia:

BERGAMO (Escl.): Bonali Giovanni, Viale Vitt. Emanuele 5 h, tel 25034
BOLOGNA (Distr.): Borsari-Sarti, Via Farini 7, tel. 27792
CATANIA (Escl.): Ocularium, Via Umberto 17, tel. 13700
CATANZARO (Distr.): Alass, Via Jannoni 4, tel. 8024
FIRENZE (Distr.): Vignoli, Via Dei Cimatori 23 r, tel. 282813
GENOVA (Escl.): S.A.L.V.A., Salita Pollaioli 49 r, tel. 26285
MILANO (—): Org. Miedico Alfredo, Via P. Castaldi 8, tel. 652390
MOLFETTA (Escl.): Carlo De Tullio, Via Margh. di Savoia 7, tel. 1199
NAPOLI (Distr.): Carlo La Barbera, Via Roma 186/7, tel. 320805
PALERMO (Distr.): Fici Giuseppe, Via Pignatelli d'Aragona, tel. 40774
ROMA (Escl.): MODECA s.r.l., Via Nizza 22, tel. 841039
ROMA (Distr.): Refit - Radio, Via Nazionale 67, tel. 484383
TORINO (Distr.): Carmine Giulio, Via Mazzini 22, tel. 49203
TRIESTE (Distr.): Laurini Dr. Nevio, Piazza Ponte Rosso 3, tel. 38385
VENEZIA (Distr.): Revello Enrico, Ca' Foscari 3858 a, tel. 29552

Agente Generale per l'Italia: **Organizzazione MIEDICO ALFREDO**
Via Panfilo Castaldi, 8 - MILANO - Telefono 65-23-90/63-71-97

FIERA DI MILANO - Stand 33403 Radio TV

RADIORICEVITORI

I pregi dei radioricevitori GRAETZ sono in breve indicati: compressore armonico, tasti di selezione rapida, registri di tono.

Anche nel corso della presente stagione, il vasto e perfezionato programma di fabbricazione della GRAETZ, offre al pubblico una tale scelta di apparecchi, tutti di altissimo valore e di elevate prestazioni tecniche, da soddisfare il cliente più esigente.

Emissione sonora di elevata fedeltà, naturale resa dei toni, grande comodità di manovra ed alto grado di perfezionamento Vi garantiscono successo nelle vendite e soddisfazione dei clienti.

SARABANDA supereterodina.

CANZONETTA supereterodina ad emissione stereofonica.

COMEDIA supereterodina ad emissione stereofonica.

MUSICA supereterodina ad emissione stereofonica con compressore armonico.

MELODIA M ricevitore gran super ad emissione stereofonica con compressore armonico.

MELODIA ricevitore gran super ad emissione stereofonica con compressore armonico.

SINFONIA ricevitore gran concerto a suono stereofonico con compressore armonico.

POTPOURRI radiofonografo da tavolo.

GRAZIOSO radiofonomobile ad emissione stereofonica.

SCERZO M radiofonomobile gran concerto ad emissione stereofonica con compressore armonico.

SCERZO radiofonomobile gran concerto ad emissione stereofonica con compressore armonico.

BELCANTO radiofonomobile ad alta fedeltà con emissione stereofonica spaziale e compressore armonico.

MONARCH

SCERZO M

MELODIA

Tutti i Televisori predisposti per il II programma in U.H.F.
Tutti i Radioapparecchi, ricevono in FILODIFFUSIONE

TELEVISORI

I telericevitori GRAETZ possiedono, tra le altre, prerogative che li pongono all'avanguardia della produzione televisiva mondiale: compressore armonico, differenziatore video, tasti di selezione rapida ed alta tensione di quadro automaticamente stabilizzata. Tali pregi, tra i numerosi altri, porteranno il televisore GRAETZ al maggiore successo di pubblico anche nella presente stagione.

L'alto grado di perfezione nella riproduzione video, l'assoluta sicurezza nel funzionamento e l'elevata potenza ricettiva degli apparecchi garantiscono minimo servizio di assistenza e vasta clientela soddisfatta.

KORNETT telericevitore di lusso, con compressore armonico.

BURGGRAF telericevitore di lusso, con compressore armonico.

KALIF televisore consolle gran lusso, con compressore armonico.

MONARCH televisore consolle gran lusso, con compressore armonico, 24 pollici.

LANDGRAF radiotelevisore combinato da tavolo, con compressore armonico.

REICHSGRAF radiotelevisore combinato da tavolo, con compressore armonico.

KURFURST radiotelevisore combinato, mobile gran lusso con compressore armonico.

MAHARADSCHA radiofonomobile e televisore combinato ad emissione stereofonica sistema 4R.

MAHARANI radiofonomobile e televisore combinato, modello gran lusso ad emissione stereofonica.

Alta Tensione stabilizzata

Differenziatore video

COMPRESSORE ARMONICO

Selezione rapida a tasti

MILANO BROTHERS

250 West 57TH Street NEW YORK 19, N.Y.

Ufficio propaganda: VIA DURINI, 1 - MILANO - Tel. 709.125

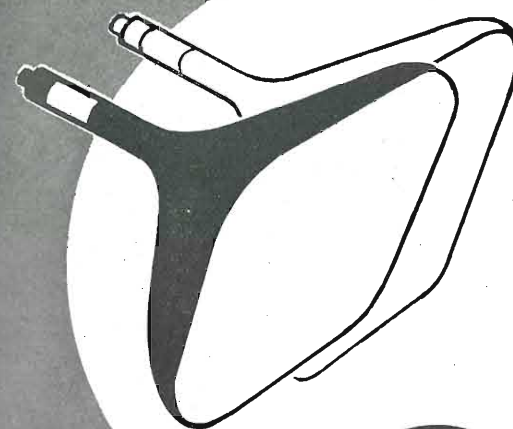
Tra le nostre rappresentate

CBS - HYTRON : **Tubi catodici - valvole - transistori - diodi**

CONTINENTAL ELECTRIC CO. : **Valvole elettroniche per usi speciali Marca: CETRON - TAYLOR**

G U T H M A N : **Bobine di deflessione 72° 90° 110° trasformatori ed altre parti per TV**

P R O D O T T I

Tubi catodici - valvole e transistori di ogni tipo prodotto negli S.U. - strumenti di misura - parti per Radio e TV - Lampade di ogni tipo - starters per fluorescenti - condizionatori d'aria

Agenzie per l'Italia MILANO - V.le Beatrice D'Este, 35 - Tel. 540.806 - 598.892
TORINO - Via Andrea Provana, 7 - Tel. 823.66 - 872.281

4

APRILE 1958

XXX ANNO DI PUBBLICAZIONE

Proprietà . . . . EDITRICE IL ROSTRO S.A.S.
Gerente . . . . Alfonso Giovene

Consulente tecnico . . . dott. ing. Alessandro Banfi

Direttore responsabile **dott. ing. Leonardo Bramanti**

Direzione, Redazione, Amministr. e Uffici Pubblicitari
VIA SENATO, 28 - MILANO - TEL. 70.29.08/79.82.30
C.C.P. 3/24227

La rivista di radiotecnica e tecnica elettronica **« l'antenna »** e la sezione **« televisione »** si pubblicano mensilmente a Milano. Un fascicolo separato costa **L. 350**; l'abbonamento annuo per tutto il territorio della Repubblica **L. 3500 più 70** (2% imposta generale sull'entrata); estero **L. 5000 più 100.** Per ogni cambiamento di indirizzo inviare **L. 50,** anche in francobolli.

l'antenna

RADIOTECNICA E TECNICA ELETTRONICA

pag.

Schiarita all'orizzonte

La primavera 1958 si annuncia foriera di importanti novità in campo TV. La tesi che da parecchi anni, chi scrive questa rubrica, è andato sostenendo e propugnando con la certezza ed il convincimento radicato dei difensori di una causa giusta, si sta irresistibilmente e fatalmente traducendo in realtà.

L'attuale situazione monopolistica della TV italiana è in procinto di modificarsi per dar vita ad altre trasmissioni televisive a carattere commerciale in salutare concorrenza con quelle della R.A.I.

Il bisogno, anzi la necessità di un secondo programma TV, in alternativa con quello della R.A.I. per scuotere e galvanizzare il sopito interesse dei telespettatori italiani, hanno ormai persuaso i competenti organi del Governo e della finanza ad accelerare i tempi di quell'evoluzione che già da qualche tempo si delineava inevitabile.

Non starò pertanto a ritornare sugli argomenti e sui temi già da me copiosamente ed insistentemente toccati su queste colonne nel corso degli anni 1956 e 1957, ai quali rimando i lettori desiderosi di documentarsi in materia.

Desidero solo ricordare che il tanto auspicato avvento della TV commerciale giunge oggi quale insperata risorsa e causa prima di una feconda ripresa di attività nei settori industriali e commerciali della TV, purtroppo fermi da parecchi mesi.

Non vi è dubbio alcuno che l'inizio delle trasmissioni dei nuovi programmi in concorrenza con la R.A.I. segnerà un deciso e sensibile risveglio dell'interesse del pubblico italiano alla TV: l'aumento del numero di abbonati e le intensificate vendite di televisori saranno il primo tangibile risultato del nuovo regime del servizio TV in Italia.

A tutti i lettori che ansiosamente ed insistentemente ci hanno chiesto notizie precise in argomento, diremo che non è nostro costume anticipare notizie non sufficientemente controllate e pertanto ci asteniamo scrupolosamente dal farlo.

A tempo debito ed a ragion veduta, forniremo ai nostri fedeli assidui lettori tutte le informazioni del caso onde tenerli al corrente della evoluzione di questa appassionante vicenda.

Ma già sin d'ora possiamo anticipare alcuni interessanti particolari tecnici di grande importanza per lo sviluppo della tecnica costruttiva dei televisori dei prossimi mesi.

Le nuove trasmissioni della TV commerciale si effettueranno prevalentemente sui canali delle U.H.F. e cioè nella gamma oltre i 470 megahertz.

Questa nuova tecnica di ricezione TV sta già interessando vivamente tutta la nostra industria ed abbiamo già notizia di ottime realizzazioni commerciali di « convertitori » e di antenne speciali che permetteranno sia di adottare facilmente tutti gli esistenti televisori alla ricezione delle U.H.F., sia di produrre nuovi televisori già atti alla ricezione alternativa a volontà delle trasmissioni attuali nella gamma V.H.F. e delle nuove trasmissioni nella gamma delle U.H.F.

Già da qualche tempo la R.A.I. stà effettuando delle trasmissioni sperimentali su U.H.F. del normale programma TV nelle città di Milano e Roma allo scopo di consentire alla nostra industria di prepararsi a produrre i dispositivi riceventi necessari per le prossime emissioni TV su tale nuova gamma di frequenza.

I prossimi mesi si prospettano quindi di estremo interesse per i teleamatori italiani.

A. BANFI

I Tubi di Analisi Televisiva

In questa terza ed ultima parte, si descrivono i tubi da presa con moltiplicatore elettronico di immagine a molti stadi e i problemi ad essi connessi. In particolare l'A. parla dell'orticonoscopio ad immagine elettronica, dell'isocon. L'analisi termina con i tubi da presa fotoconduttivi, con i tubi ad accumulo e con il tubo dissettore di Farnsworth.

(parte terza di tre parti)

dott. ing. Antonio Nicolich

7. - TUBI DA PRESA CON MOLTIPLICATORE ELETTRONICO DI IMMAGINE A MOLTI STADI.

In linea di principio è possibile ripetere indefinitamente la moltiplicazione elettronica, focalizzando l'immagine elettronica proveniente da un 1° fotocatodo, sopra un mosaico ad emissione secondaria, quindi focalizzare l'immagine elettronica secondaria sopra una seconda superficie dinodo pure emittente elettroni secondari, e così via fino a che l'immagine ha raggiunto il necessario livello di intensità dopo di che viene proiettata sulla piastrina del tubo da presa. Sifatti tubi sfruttanti elementi ad emissione secondaria sono stati realmente costruiti; il loro grave inconveniente è la difficoltà che si incontra di ottenere l'alta definizione a motivo che gli elettroni secondari sono animati da alte velocità iniziali. Un altro sistema di ottenere l'intensificazione è di formare la 1° immagine elettronica sopra uno schermo florescente, che è strettamente otticamente accoppiato a un secondo fotocatodo. L'immagine elettronica così formata può venir focalizzata sulla piastrina del segnale, oppure sopra un secondo complesso schermo florescente fotocatodo. Con questo sistema si raggiunge un'amplificazione di 10 per ogni stadio. Si sono così fabbricati tubi con altissima sensibilità. Questo principio è stato pure impiegato con notevole successo in tubi da presa per l'intensificazione di immagini di raggi X. Per classificare un tubo da presa si valuta una cifra di merito che è funzione del fattore di utilizzazione ε; l'effetto della moltiplicazione dell'immagine è l'aumento del fattore di utilizzazione. Contemporaneamente si ottiene anche una riduzione del fattore di disturbo relativamente all'unità, perchè il segnale ricavabile dalla piastrina finale è notevolmente alto. Si dimostra che la figura di merito M è legata al rapporto di emissione secondaria e all'efficienza quantica del 1° fotocatodo, dalla semplice relazione:

$$M = \gamma \left(\frac{\Gamma - 1}{\Gamma} \right)^{1/2}.$$

Ad esempio se $\Gamma = 10$, la sensibilità risulta il 95 % del massimo teorico prevedibile per un assegnato γ.

8. - LA SOPPRESSIONE DEI DISTURBI E LA MOLTIPLICAZIONE DEL SEGNALE.

Per migliorare i tubi da presa si cerca di ridurre tutti i disturbi suscettibili di riduzione. In tutti i tubi da presa fin qui descritti il prelievo del segnale generato si effettua direttamente dalla piastra del segnale accoppiata capacitivamente alla piastrina, o mosaico, analizzata dal pennello elettronico. Il video segnale così ricavato viene amplificato da un amplificatore a larga banda. Il fattore di disturbo costante che interessa la figura di merito del dispositivo è essenzilmente dovuto alla rumorosità della resistenza di accoppiamento del 1° tubo amplificatore, detto disturbo di entrata.

Un moltiplicatore ad emissione secondaria acconsente l'amplificazione iniziale del segnale praticamente senza introdurre disturbi. Si è messo in evidenza nei paragrafi precedenti che vi è una componente di segnale della corrente elettronica abbandonante il mosaico, la quale eguaglia esattamente il segnale video nel conduttore che adduce il segnale all'amplificatore. Nel normale iconoscopio questa corrente consta di elettroni secondari provenienti dal mosaico, mentre nell'orthicon questo segnale è formato dagli elettroni del raggio di ritorno. Con un'opportuna disposizione degli elettrodi è possibile far arrivare questi elettroni sopra un moltiplicatore incorporato nel tubo. In tal modo il video segnale raggiunge un livello di gran lunga superiore al disturbo dell'amplificatore.

Volendo dirigere gli elettroni secondari prodotti dal mosaico di un iconoscopio si incontrano gravi ostacoli, perchè l'intensità dei campi elettrici in prossimità della superficie emittente del mosaico deve essere debole, per non compromettere il funzionamento del tubo. Si sono costruiti tubi sperimentali provvisti di moltiplicatore del segnale ad emissione secondaria. Si sono così ottenuti notevoli miglioramenti della sensibilità ai bassi livelli di illuminazione, ma tutti i tubi sperimentati hanno presentato fortemente il difetto delle ombre nere, dovuto alla disuniforme raccolta di elettroni da parte dei moltiplicatori dell'emissione secondaria. Con la piastrina del tipo orthicon la cosa è molto più semplice. Qualora si impieghino la concentrazione e la deviazione magnetica, gli elettroni che si allontanano dalla piastrina seguono un percorso praticamente coincidente con quello degli elettroni del raggio emessi dal catodo termoionico, nel loro moto verso la targhetta. Tuttavia la presenza nel tubo di piccole lenti elettrostatiche esercita un'azione tale che gli elettroni di ritorno, quando raggiungono il cannone, sono ancora animati da un residuo di moto di scansione. In queste condizioni si può regolare il campo in modo che il raggio di ritorno si scosti leggermente dall'area del catodo del proiettore. Un dischetto a emissione secondaria disposto intorno al catodo funge da 1° dinodo del moltiplicatore elettronico del segnale. A motivo del moto deviatore di scansione di cui sono provvisti gli elettroni del raggio di ritorno, moto che li fa depositare sul dischetto emittente, è necessario che l'emissione di quest'ultimo sia il più possibile uniforme, per evitare la formazione di macchie oscure sull'immagine riprodotta. Sotto questo punto di vista il forellino del dischetto, necessario per permettere la fuoruscita del fascetto catodico scandente è dannoso, perchè comporta una discontinuità di superficie e quindi una disuniformità di emissione secondaria; per ovviare a questo inconveniente si deve fare piccolissimo il diametro di tale forellino centrale. Gli elettroni secondari emessi dal dischetto sono poi fatti incidere successivamente su tutti gli altri dinodi che circondano il proiettore elettronico. Passiamo ora a valutare l'effetto del moltiplicatore del segnale sulla sensibilità finale del tubo, ovvero sulla sua figura di merito. È evidente che se la piastrina è mantenuta buia, o se si analizza un'area nera, tutti gli elettroni incidenti ritornano indietro verso il proiettore, perchè il mosaico non ha perduto elettroni, quindi il suo potenziale è così negativo, che nessun elettrone del raggio analizzatore può toccare la piastrina. Quindi tutta la corrente del raggio entra nel moltiplicatore. Questa corrente genererà necessariamente un dusturbo all'uscita, il cui valore efficace $\overline{\Delta N}_{eff}$ mediamente è legato al rapporto d emissione secondaria Γ e al numero N_e di elettroni che entrano nel moltiplicatore, proveniente dalla piastrina considerata, in un tempo uguale al periodo di quadro verticale, dalla relazione

$$\overline{\Delta N}_{eff} = \sqrt{N_e} \left(\frac{\Gamma}{\Gamma - 1} \right)^{1/2} \quad [8]$$

Detta i_a la corrente del raggio, considerando l'area d^2 (d = diametro dello spot) in una piastrina di area A, si può scrivere:

$$N_e = \frac{i_a d^2 T}{1{,}6 \cdot 10^{-19}\, A} \quad [9]$$

dove T è l'accumulo per un periodo di quadro.

Analogamente detta i_p la corrente fotoelettrica generata da un fotocatodo illuminato, l'area d^2 di questo produce il numero N_p di fotoelettroni:

$$N_p = \frac{i_p d^2 T}{1{,}6 \cdot 10^{-19}\, A} \quad [10]$$

Evidentemente affinchè il pennello esploratore possa ristabilire l'equilibrio della piastrina, deve essere: $N_e \geqq N_p$ e $i_a \geqq i_p$. Si pone così un limite inferiore alla corrente del fascetto catodico. Ma vi è un altro argomento che impone a i_a di non scendere sotto un certo limite: la costante di tempo del circuito virtuale formato dalla capacità dell'elemento della piastrina e dalla resistenza del raggio deve essere piccola rispetto al tempo in cui il raggio insiste sull'elemento. La resistenza nell'iconoscopio dipende dalla corrente del pennello e dal rapporto effettivo di emissione secondaria, in funzione del potenziale dell'elemento; mentre con una piastrina di tipo orthicon la resistenza dipende dalla corrente del fascetto e dalla distribuzione della velocità degli elettroni nel fascetto. Per ottenere la massima sensibilità del sistema è necessario che, con entrambi i tipi di piastrina, la capacità per area unitaria, o per elemento di immagine, sia piccola per quanto possibile. Ma se la capacità è troppo piccola, il potenziale dell'elemento può saturare prima che su questo si sia accumulata una carica sufficiente a fornire un buon rapporto segnale/disturbo con una conveniente illuminazione. Non è possibile riassumere in una unica cifra di merito le caratteristiche di un sistema di presa con moltiplicatore del segnale, dato il grande numero di gradi di libertà di cui gode e dei parametri dai quali dipendono le sue caratterisriche. Al limite la illuminazione minima che dia un segnale percettibile, regolando la corrente del raggio in modo da renderla uguale alla corrente fotoelettrica nelle aree illuminate, sta in un rapporto compreso fra 1 e 2 con quella relativa al moltiplicatore a molti stadi accennato al paragrafo 7.

Questa condizione non viene però mai raggiunta in pratica. Si è certamente più vicini alla realtà considerando una figura di merito M definita dalla:

$$M = \frac{L_{min}}{L_e} = \frac{(\varepsilon \gamma d)^2\, \varrho L}{n_D} \quad [11]$$

in cui i simboli hanno i seguenti significati:

L_{min} = limite ideale dell'illuminazione di una piastrina sensibile, per il quale è possibile la rivelazione, ossia la visione di un oggetto di area d^2 e di contrasto K;

$$L_{min} = \frac{k^2}{\varrho K^2 d^2 T} \quad \text{con } k = \text{coefficiente di certezza;}$$

L_e = limite sperimentale inferiore dell'illuminazione occorrente per la rivelazione di un oggetto di area d^2 e di contrasto K;

L_D = illumiaazione generica;

ε = fattore che mette in relazione il numero di elementi di informazione col numero degli eventi fotoelettrici occorrenti per produrla.

γ = fattore indicante l'efficienza quantica delle superficie sensibile, per tener conto che questa non risponde a tutti gli elettroni incidenti.

d = lato dell'elemento ritenuto quadrato, o diametro dell'elemento ritenuto circolare.

ϱ = numero dei fotoni per sec. per lumen = $1{,}4 \cdot 10^{16}$ per luce bianca.

n_D = deviazione quadratica media delle fluttuazioni addizionali introdotte dal dispositivo di presa (disturbi dell'amplificatore, effetti termici ecc.).

Nella [11] ε è determinato dalla piastrina e il disturbo è determinato dalla minima corrente del raggio in pratica. Il disturbo introdotto dal moltiplicatore è inferiore di due ordini di grandezza di quello dovuto all'amplificatore video

9. - L'ORTICONOSCOPIO AD IMMAGINE (IMAGE ORTHICON).

Questo tubo è ormai da vari anni in funzione nelle telecamere delle società gestrici della TV nei vari paesi del mondo e continua a tenere il campo laddove sia necessario oltre che l'alta sensibilità, anche l'alta definizione per ottenere immagini di eccellente qualità. Ciascun costruttore ha apportato all'image orthicon qualche miglioria, ma la struttura fondamentale è sempre la stessa.

L'ortinoscopio ad immagine sfrutta entrambe le moltiplicazioni di immagine (fotocatodo semitrasparente che proietta un'immagine elettronica sulla piastrina) e del segnale (moltiplicatore elettronico incorporato). In fatto di sensibilità supera enormemente qualsiasi altro tubo da presa per TV commerciale, infatti la sensibilità è circa cento volte superiore a quella di un normale iconoscopio.

Il suo primo impiego era limitato ai casi in cui l'illuminazione era scarsa; poi venne applicato sempre più largamente negli studi, nelle riprese sportive, nelle scene all'esterno e all'interno.

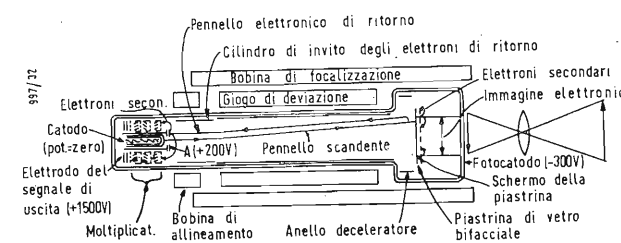



Fig. 24 - Orticonoscopio a immagine (image orthicon).

L'image orthicon è schematizzato nelle sue linee essenziali in fig. 24, dalla quale appare subito che nel tubo sono combinati i requisiti per la moltiplicazione dell'immagine, una piastrina a due facce, il funzionamento dell'orticonoscopio e la moltiplicazione del segnale. Il fotocatodo è una pellicola semistrasparente sensibilizzata depositata sulla parete interna del bulbo di vetro, per modo che quando la luce viene proiettata dall'immagine luminosa da trasmettere, sul fondo del tubo, l'altra faccia del fotocatodo emette elettroni verso la piastrina. I fotoelettroni vengono focalizzati da un campo magnetico ottenuto con una bobina estesa, e diretti verso la piastrina dove danno origine ad un immagine elettronica. Per eliminare gli effetti dell'emissione secondaria destata dai fotoelettroni incidenti sulla targhetta, si è disposto molto vicino a questo elettrodo e dal lato verso il fotocatodo uno schermo a maglie molto fini, il quale produce un campo che intrappola gli elettroni secondari, che non possono andare in circolazione nel tubo. Data l'estrema vicinanza dello schermo alla piastrina è sufficiente una d.d.p. di 1 volt fra i due elettrodi (lo schermo essendo a 1 volt positivo) a saturare l'emissione secondaria della piastrina. Coll'eliminazione degli elettroni secondari, i corrispondenti elementi di immagine della targhetta si caricano positivamente, ma non possono diventare molto più positivi dello schermo indipendentemente dall'intensità della densità dell'immagine elettronica.

In altre parole la piastrina rimane stabile anche per illuminazioni molto intense; con questo si è eliminata una delle obiezioni emesse inizialmente all'image orthicon privo dello schermo dietro alla piastrina. Questa è bifacciale come si è detto. La piastrina o targhetta o mosaico bifacciale (in inglese « target ») è costituita da una estremamente sottile pellicola di vetro di alta conduttività. Lo spessore e la conduttività del vetro devono essere tali che:

1) la resistenza attraverso il vetro sia piccola rispetto alla resistenza trasversale per le aree aventi dimensioni paragonabili con la sezione del pennello analizzatore (spot);

2) l'equalizzazione della carica fra le due facce della piastrina avvenga in un tempo dell'ordine di un periodo di quadro. Per rispondere a questi requisiti il vetro deve presentare una resistenza specifica compresa fra $3 \cdot 10^5$ e 10^6 $M\Omega$ cm alla temperatura ambiente e lo spessore della pellicola vitrea è dell'ordine di 2,5 micron. La piastrina e lo schermo costituiscono un'unità meccanica: un sottile dischetto di vetro del diametro di circa 37 mm è saldato ad un anello metallico, sul quale è montato uno schermo piano a maglia fine alla distanza di circa 50 micron. Esso presenta da 200 a 400 maglie per cm di lunghezza, con una trasparenza (rapporto fra l'area dei fori e l'area dei fili del reticolo) del 50-75 %. La geometria di questo reticolo deve essere la più precisa possibile e la superficie dello schermo deve essere chimicamente detersa. Si intuisce la gravità delle difficoltà che si incontrano nella fabbricazione di un insieme targhetta-schermo, specialmente in vista delle rotture o deformazioni che possono verificarsi coi trattamenti termici imposti dal ciclo di lavorazione per la vuotatura dell'ampolla del tubo. Si può però affermare che tali difficoltà sono state soddisfacentemente superate. La fuoruscita degli elettroni secondari rende positivo il fronte anteriore della piastrina (cioè il fronte verso il fotocatodo); ma essendo questa isolata, il fronte posteriore che riceve il fascetto scandente, assume praticamente lo stesso potenziale del fronte anteriore. Quando il pennello analizzatore esplora la piastrina, porta ciascuna area elementare della faccia posteriore al potenziale del catodo termoemittente del tubo. La faccia anteriore assume un potenziale che differisce da questo di circa 1/100 di volt, mentre il raggio passa sopra un elemento e la carica fra le due facce si neutralizza in un tempo pari a pochi periodi verticali da quadro. L'escursione del potenziale di ciascun elemento è appena di 2 volt (dal potenziale zero del catodo al potenziale + 2 volt dello schermo), è perciò necessario che il raggio scandente raggiunga la piastrina con incidenza normale alla superficie. Nell'image orthicon il fascetto catodico è focalizzato e deviato magneticamente.

All'uscita del catodo gli elettroni sono accelerati da un campo elettrostatico creato da un cilindro mantenuto a 200 volt rispetto al catodo; vengono poi fortemente ritardati in vicinanza della targhetta da un anello deceleratore a potenziale zero. Se non si studia particolarmente il progetto di questi sistemi elettronottici, gli elettroni assumono un moto elicoidale imputabile a componenti della loro velocità non parllele alle linee del campo magnetico. Con un meticoloso studio le variazioni dell'energia cinetica lungo l'asse, risultanti da questo effetto, possono essere ridotte a meno di un decimo di elettrone-volt. Il raggio di ritorno costituito dagli elettroni incidenti non assorbiti dalla piastrina, entrano in un moltiplicatore elettronico ad emissione secondaria a 5 stadi. Il 1° dinodo è un disco con un forellino centrale, applicato all'uscita del proiettore. Gli altri dinodi sono dischi con appendici radiali a forma di penne disposte circolarmente, collocati dietro al 1° dinodo e coassiali con essi. Il 1° dinodo è mantenuto a + 300 volt rispetto alla piastrina; 300 volt sono pure applicati fra il 1° e il 2° dinodo. Gli elettroni posti intorno e davanti alla combinazione del 1° col 2° dinodo, sono tutti sensibilmente negativi rispetto al 1° dinodo. Perciò quasi tutti gli elettroni emessi dal 1° dinodo cadono sul 2°; gli elettroni secondari emessi da quest'ultimo sono attirati dal 3° dinodo. Un grosso schermo interposto fra il 2° e il 3° dinodo e mantenuto al potenziale del 3°, impedisce che il campo del 2° dinodo sopprima l'emissione del 3°. I rimanenti due stadi sono simili al 3° dinodo. Il guadagno di questo moltiplicatore è di circa 500; il rapporto segnale/disturbo risultante è quanto di meglio si sia finora ottenuto. Nell'image orthicon il fotocatodo è mantenuto a 300 volt.

9.1. - Efficienza dell'orticonoscopio a immagine.

Il rapporto fra le sensibilità dell'image orthicon e dell'iconoscopio normale è di almeno 100. Almeno 5 volte sono dovute alla sezione moltiplicatrice dell'immagine in parte per il fotocatodo di maggior rendimento e in parte per la moltiplicazione per emissione secondaria dell'immagine. Le altre 20 volte sono dovute al moltiplicatore del segnale. Si può valutare il guadagno utile del moltiplicatore così: un amplificatore video con una larghezza di banda di 5 MHz ha una corrente equivalente di disturbo di $2 \cdot 10^{-3}$ μA, mentre il disturbo fondamentale del raggio esploratore vale $I_{eff} = (2\, e\, \Delta f\, I_a)^{1/2}$ con manifesto significato dei simboli. Nelle condizioni medie di lavoro la corrente I_a del raggio non può scendere molto al disotto di 1/100 di μA, pena un insufficiente rapporto segnale/disturbo. Perciò il guadagno utile del moltiplicatore ed il conseguente miglioramento del segnale in uscita, risulta circa 20. Talvolta si è ottenuto un aumento di sensibilità anche maggiore in cattive condizioni di illuminazione, con una minor corrente del raggio e anche con minor rapporto segnale/disturbo. Una telecamera equipaggiata con un image orthicon ha una sensibilità prossima a quella dell'occhio in ambienti illuminati con poche centinaia di foot lambert, equivalenti pressapoco al chiaro di luna. Supera la sensibilità di una camera da presa cinematografica con ottica equivalente equipaggiata con film super XX. La fig. 25 mostra alcune curve caratteristiche del segnale di uscita in μA, in funzione dell'illuminazione del fotocatodo in ft-lambert. La corrente di uscita aumenta dapprima linearmente con questa, poi raggiunti i livelli medi di illuminazione, il diagramma presenta un valore costante, imputabile al fatto che gli elementi della piastrina si caricano fino al potenziale dello schermo collettore. Successivamente, per forti illuminazioni, si possono verificare un ulteriore modesto incremento di corrente e quindi un definitivo livello costante, quando la distanza fra piastrina e schermo è relativamente grande. Il tratto iniziale di queste caratteristiche è uguale a quello presentato da un normale orticon. La zona piana corrisponde a saturazione del segnale per grandi aree. Elettroni secondari ritornano sulla piastrina quando i suoi elementi si caricano al potenziale dello schermo.

Fig. 25 - Corrente video generata dall'image orthicon; caratteristiche di tipiche varietà di questo tubo a parità di guadagno del moltiplicatore elettronico.

Allora la redistribuzione degli elettroni è sufficiente a produrre una carica immagine sulla targhetta. Il fenomeno è in tutto analogo a quello che avviene nell'iconoscopio. Data la grande vicinanza fra piastrina e schermo, il fenomeno si verifica su piccole aree. Si osserva che la redistribuzione elettronica è qui assai utile, perchè accentua il contrasto quando, per certe circostanze, la piastrina fosse saturata.

D'altro canto la redistribuzione provoca un segnale spurio che in casi particolari può essere disturbante, come ad esempio quando una figura brillante di alta intensità luminosa viene sovrapposta ad un fondo scarsamente illuminato. Si forma in tal caso un alone scuro intorno all'area brillante, dovuto agli elettroni redistribuiti nella regione circostante all'area fortemente illuminata. Inoltre le zone particolarmente brillanti dell'immagine possono essere accompagnate da fantasmi, o contornate da bianchi aloni, imputabili al ritorno sulla targhetta di elettroni ridiffusi e di elettroni riflessi primari.

È chiaro che questi fenomeni sono molto disturbanti, ma si manifestano raramente. Le immagini multiple fantasma possono essere fatte sovrapposte all'immagine vera e quindi scomparire, con un ben studiato progetto della sezione immagine dell'image orthicon. La risposta del fotocatodo in $\mu A/\mu W$ del segnale di uscita in funzione della lunghezza d'onda della luce incidente sul fotocatodo stesso, è dato, per alcuni tipi del tubo in oggetto, dalla fig. 26. I primi tipi 2P23 messi in commercio hanno una piastrina relativamente assai distante dallo schermo ed impiegano un fotocatodo argento-ossido di cesio-cesio. Questi tubi ad alta sensibilità presentando un picco di risposta all'infrarosso, e una risposta al rosso accentuata nei confronti del rimanente dello spettro. Nei tipi 5655 a piccola spaziatura e 5769 a larga spaziatura una pellicola di antimonio-cesio sostituisce lo strato ossido di cesio-cesio; il massimo della loro risposta giace all'estremo blu dello spettro.

Fig. 26 - Risposta spettrale di tipiche varietà di image orthicon reperibili sul mercato.

Nei tipi più moderni 5820, 5826 e 1854 con più stretta spaziatura si è ottenuta una molto più alta sensibilità assoluta unitamente ad una risposta spettrale analoga a quella dell'occhio umano, adottando un fotocatodo ossigenato di argento-bismuto-cesio. I tubi con targhetta largamente spaziata possono funzionare con correnti del raggio minore; quindi danno un miglior rapporto segnale/disturbo a livelli molto bassi di luce.

Essi sono perciò da preferirsi per riprese all'esterno, dove non si può creare la luminosità realizzabile negli studi di TV. Per contro i fotocatodi a piccola spaziatura della piastrina permettono un maggior accumulo di cariche equivalente ad un più grande rapporto segnale/disturbo agi alti livelli di illuminazione; il loro impiego è quindi opportuno negli studi da presa, dove si può raggiungere senza difficoltà le illuminazioni desiderate. Le proprietà dell'imagine orthicon sono tali che si può affermare che esso comprende tutti i requisiti richiesti ad un tubo da presa per TV commerciale.

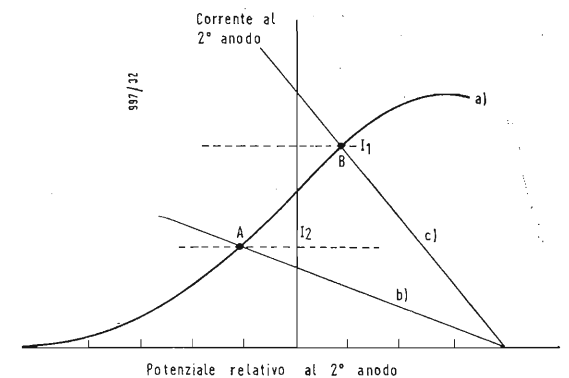



Fig. 27 - Caratteristiche di corrente di una piastrina fotoconduttiva di bassa resistenza.

La risoluzione che questo tubo acconsente è esuberante per gli scopi pratici. Il campo di contrasto è molto vasto, sempre maggiore di quello degli altri componenti del sistema, per cui nessuna limitazione viene al contrasto da parte dell'image orthicon. Concludendo questo tubo è veramente soddisfacente sotto tutti i punti di vista per effettuare riprese in ogni genere di ambiente da teletrasmettere in bianco e nero.

10. - L'ISOCON.

Poichè con livelli molto bassi di illuminazione la totale corrente del fascetto catodico ritorna al moltiplicatore dopo aver esplorato le parti scure della piastrina, in linea di principio un image orthicon non può funzionare come un tubo da presa ideale. In queste condizioni il disturbo è massimo in corrispondenza delle zone scure, e minimo in corrispondenza delle zone illuminate. Le condizioni per il raggiungimento della massima sensibilità sono: 1) sufficiente moltiplicazione dell'immagine, per modo che un elemento in cui si è provocata la fotoemissione una sola volta, permette l'accumulo di cariche sulla targhetta sufficiente a generare un segnale decisamente superiore ai disturbi provocati dal raggio e dall'amplificatore; 2) se non è verificata la 1ª condizione è necessario che la piastrina sia preparata in modo che gli elettroni rimandati siano un minimo per le areee scure, ovvero un massimo per le aree luminose. Si può realizzare il 1° requisito con un intensificatore di immagine a molti stadi. Il 2° requisito viene realizzato con uno speciale tubo chiamato *isocon a immagine.*

La formazione dell'immagine di cariche sulla targhetta nell'isocon è uguale come per l'image orthicon. Un catodo emette un raggio elettronico a bassa velocità; gli elettroni

si avvicinano alla targhetta e la sfiorano, analogamente a quanto avviene nell'orthicon, ma nell'isocon gli elettroni del raggio di ritorno subiscono un trattamento diverso. Il sistema elettronottico di messa a fuoco provvede a concentrare in uno spot molto nitido gli elettroni di ritorno. Nel punto in cui si verifica questa concentrazione elettronica è disposto un ostacolo, che impedisce agli elettroni di raggiungere il moltiplicatore. Diventando più positivi gli elementi della piastrina, i moti di andata e ritorno vengono alterati nell'intorno di questo elettrodo. Si verifica in conseguenza che il pennello elettronico di ritorno sia sfuocato dove esiste lo sbarramento, per modo che qualche elettrone riesce a superarlo e a pervenire sul moltiplicatore ad emissione secondaria. Nel normale funzionamento quanto più positivo diviene un elemento, tanto più forte è lo sfocamento e tanto maggiore la corrente che arriva al moltiplicatore. Questi tubi che hanno i requisiti per essere usati in TV, sono stati costruiti in laboratori e industrialmente; si sono riscontrate notevoli difficoltà per la loro messa a punto. L'assenza di disturbi nell'analisi delle zone scure, fa sì che l'isocon si comporti in modo migliore dell'image orthicon ai bassi livelli di illuminazione, per i quali i dettagli sono molto meglio riprodotti.

Per contro il rapporto segnale disturbo dell'isocon è talvolta così basso, che l'immagine riprodotta non è accettabile per la TV circolare. L'uso principale dell'isocon è laddove si deve ottenere un'immagine appena riconoscibile in condizioni precarie di illuminazione, quando l'image orthicon cade in difetto.

11. - TUBI DA PRESA FOTOCONDUTTIVI. IL VIDICON. CENNO SULLE APPLICAZIONI INDUSTRIALI DELLA TELEVISIONE.

Esistono tubi da presa che sfruttano la fotoconduttività per il loro funzionamento, anzichè la fotoemissione come i tubi fin qui descritti. I fotoconduttori possono essere impiegati in diversi modi per ricavare un segnale elettrico da un'immagine ottica. Qui se ne consideriamo solo due: 1) uso di un materiale di resistenza relativamente bassa, formante l'accumulo con un fotoconduttore con una costante di tempo dell'ordine di grandezza del periodo di quadro; 2) uso di un materiale fotoconduttore di alta resistenza e di lunga costante di tempo; l'accumulo delle cariche avviene, come in un mosaico fotoemittente, fra la superficie del fotoconduttore e la piastra posteriore conduttrice.

La generazione del segnale col 1) metodo è chiarito dalla fig. 27, valida per il caso di un pennello elettronico di un sistema avente il rapporto di emissione secondaria > 1. Il mosaico è una piastrina trasparente o no, rivestita sulla faccia rivolta al pennello scandente, con un sottile strato di materiale fotoconduttivo. Proiettando un'immagine luminosa sul fotoconduttore, le parti illuminate presentano minor reistenza rispetto alle parti scure. Il potenziale della piastra posteriore del segnale conduttrice è leggermente negativo rispetto al collettore degli elettroni secondari, ma non permette che l'emissione secondaria sia saturata. In queste condzioni vale la curva *a*) di fig. 27 che rappresenta la corrente di emissione secondaria al mosaico, in funzione del potenziale della superficie della targhetta. La retta *b*) è la curva tensione-corrente di un'area buia del mosaico ed il punto V è la tensione di polarizzazione della placchetta conduttrice posteriore del mosaico. L'intersezione delle linee *a*) e *b*) è il punto A cui corrisponde la corrente I_2 che scorre fra il 2° anodo collettore degli elettroni e un'area non illuminata visitata dal raggio scandente.

La curva tensione-corrente per un'area illuminata è data dalla retta *c*) della stessa figura. L'intersezione di *a*) e *c*) avviene nel punto B, cui corrisponde la corrente I_1 fra area illuminata sotto il raggio e collettore. La variazione della corrente al collettore genera il video segnale. L'accumulo di cariche necessario per un funzionamento soddisfacente è dato dalla natura accumulatrice dell'effetto fotoconduttivo in certi materiali fotoconduttori.

Il 2° tipo di tubi da presa fotoconduttivi ha un funzionamento prossimo a quello dell'iconoscopio e dell'orthicon, salvo che la carica è estretta dalla piastrina per effetto fotoelettrico resistivo anzichè emissivo.

Anche per i mosaici del 2° tipo fotoconduttivo l'elettrodo sensibile è formato da una lamina conduttrice semitrasparente rivestita di un sottile strato del materiale fotoconduttore, avente resistenza specifica molto alta quando è mantenuto al buio. Mediamente per lamine di spessore 1 o 2 micron la resistenza antero-posteriore è di almeno $10 \div 100$

Fig. 28 - Rappresentazione schematica di un tubo ad accumulo.

MΩ/cm^2. Nel funzionamento tipo orthicon la piastra conduttrice è mantenuta leggermente positiva rispetto al catodo del proiettore elettronico. Le superfici buie sono portate dal pennello scandente, al potenziale del catodo. Appena passato il raggio, la corrente fra la piastra conduttrice e la superficie sensibile carica leggermente quest'ultima, ma l'intensità della carica accumulata durante un periodo di quadro è piccola, a motivo dell'alta resistenza del materiale all'oscurità.

Al contrario la carica accumulata è maggiore quando la luce cade sopra un elemento perchè la fotocorrente della piastra conduttrice alla superficie sensibile è maggiore. In conseguenza la piastrina sensibile assorbe una intensità di corrente dal raggio (corrente che non ritorna al collettore, o al moltiplicatore) maggiore nelle zone illuminate che in quelle scure. Poichè la carica accumulata è proporzionale alla corrente fotoconduttiva (questa è talvolta proporzionale all'illuminazione L, tal'altra per certi materiali è proporzionale alla $\sqrt{L}$), il segnale video ha una corrispondenza univoca con la luminosità dell'immagine proiettata sulla targhetta. Per la fabbricazione di fotocatodi conduttivi del 2° tipo si possono usare molti materiali, fra i quali selenio amorfo, solfuri di antimonio, di cadmio e seleniuro di cadmio, anche in combinazione tra di loro.

La scelta del materiale va fatta dal punto di vista del rendimento di fotoconduttività, risposta spettrale, ritardo di tempo, stabilità, ammessa una sufficiente resistenza del materiale nell'oscurità. I trattamenti di attivazione di questi materiali sono piuttosto laboriosi. I tubi da presa fotoconduttivi presentano molti requisiti desiderabili: l'efficienza quantica di alcuni fotoconduttori è prossima all'unità. È possibile ottenere guadagni da 10 a 1000 volte, il che equivale alla moltiplicazione dell'immagine. Il mosaico si avvale pienamente del principio di accumulo. Questi materiali fatti lavorare come la piastrina dell'orticon, permettono talvolta di sfruttare l'emissione secondaria nel moltiplicatore. Da ultimo la fabbricazione di un elettrodo fotoconduttivo è molto più semplice di quella di un mosaico fotoemittente. In pratica la sensibilità di alcuni tubi da presa fotoconduttivi è risultata prossima a quella dell'image orthicon.

I tubi fotoconduttivi trovano numerose applicazioni. Il prototipo è il *vidicon* che presenta tutti gli ultimi perfesionamenti ed è un esemplare di semplicità. Infatti esso consta solamente del proiettore elettronico e di una superficie fotoconduttrice all'estremità del tubo opposta al proiettore Ha la lunghezza di circa 16 cm ed il diametro di 25,5 mm (1"). Pur essendo così piccolo, la sua sensibilità permette. un'ottima trasmissione di immagine ripresa in un ambiente

con normale illuminazione. Di qualche ostacolo alla generale diffusione è una leggera caduta ai livelli di illuminazione molto bassi. Per le sue doti di semplicità, di minimo ingombro e sopratutto di basso costo, il vidicon è stato ovunque adottato nelle telecamere per la cosidetta ***televisione industriale o professionale***, ossia nelle seguenti applicazioni:

1) controllo della cabina di comando nella conduzione di caldaie a vapore per i grandi impianti termoelettrici, si effettua il controllo sullo schermo ricevente, della camera di combustione (bruciatori di nafta, o ugelli di metano);

Fig. 29 - Tubo ad accumulo Metrechon.

del livello dell'acqua in caldaia, della temperatura dei gas di scarico;

2) controllo in sede di prova dei grandi motori a scoppio del funzionamento in diverse condizioni di carico ecc.; si possono così risolvere varie difficoltà l'origine delle quali non è direttamente osservabile, per aver sede in parti inaccessibili all'uomo o in situazioni che sarebbero pericolose per l'osservatore;

3) controllo nei laboratori chimici e nelle industrie chimiche di lavorazione e reazioni pericolose per eventuali esplosioni, temperature eccessivamente basse, per sprigionamento di gas venefici ecc.

4) in nuovo vasto campo di applicazioni è dischiuso dalle operazioni chimico-nucleari nello studio dell'utilizzazione dell'energia atomica, che richiede un impianto televisivo esteso a tutte le fasi di lavorazione e di esperimento. La TV ha in questo campo già risparmiato un numero non precisabile, ma certamente molto grande, di preziose vite umane in tutto il mondo interessato allo sfruttamento delle fonti di energia contenute nella materia;

5) telecontrollo di documenti immediato e strumento di sicurezza e sorveglianza negli ambienti di grandi complessi finanziari, bancari, ecc.;

6) controllo ininterrotto dei materiali giacenti nei grandi magazzini e depositati in ambienti mantenuti a basse temperature imposte dalla natura delle merci da conservare;

7) controllo in Marina di ambienti di accesso malagevole o impossibili, nei quali sono installati organi facilmente soggetti ad avarie;

8) realizzazione pratica del video-telefono, cioè di quell'applicazione che consente agli interlocutori in una conversazione telefonica di vedersi a vicenda. Naturalmente non è prevedibile che questa applicazione della TV possa in breve tempo estendersi a tutti gli abbonati di una rete telefonica, perchè richiede attrezzature installabili solo in apposite cabine.

Si potrebbe continuare nell'elenco delle applicazioni della TV industriale, ma ci basta di avere appena accennato alle principali, pensando poi che molte altre se ne aggiungono quotidianamente, trattandosi di una tecnica in continua evoluzione ed ancora ai primi passi. Lo staticon è un tubo da presa molto simile al vidicon.

12. - TUBO AD ACCUMULO PER REGISTRAZIONE E RIPRODUZIONE.

Questo tubo non è precisamente un tubo da ripresa televisiva, ma ha con questo una grande affinità, per cui è qui il luogo di ricordarlo.

Il tubo ad accumulo in oggetto è un complesso registratore e riproduttore di immagini. Consta: di un raggio scandente che registra sopra un mosaico accumulatore la carica dovuta all'immagine di un video segnale; del mosaico stesso che accumula la carica; di un sistema lettore della registrazione, cioè riproduttore dell'immagine elettrica impressa sul mosaico. Si può stabilire un parallelo fra questo tubo e il disco fonografico, o meglio con un nastro magnetico per la riproduzione dei suoni. La fig. 28 schematizza gli elementi di un tubo registratore ad accumulo. Il tubo contiene un elettrodo bifacciale a piastrina, esplorato da entrambi le parti, da due diversi pennelli elettronici generati da due proiettori distinti, in tempi diversi. L'entrata del segnale da registrare fa capo al collettore degli elettroni secondari di uno dei due proiettori. Durante la scansione operata dal dal raggio del 1° proiettore al lato registrazione (a destra in fig. 28) gli elementi della piastrina acquistano un potenziale che in ogni istante è funzione del potenziale del collettore di quella sezione del tubo. Ad analisi ultimata dell'intero quadro, sulla piastrina si è formata una immagine potenziale che è la registrazione delle variazioni di tensione applicate al relativo collettore. Successivamente se si fa scandere la piastrina sull'altra faccia (a sinistra in figura)

Fig. 30 - Tubo dissettore di 1° tipo del Farnsworth.

dal pennello catodico del 2° proiettore, l'immagine di cariche elettriche accumulata viene tradotta nuovamente in segnale video che può essere raccolto da un collettore ad emissione secondaria. Se il tutto fosse costruito nella semplice forma ora descritta, sarebbe ben poco efficiente a motivo della redistribuzione elettronica e di altre perdite, che si verificano da entrambi i lati del mosaico bifacciale.

Si sono fabbricati in notevole quantità dei tubi ad accumulo più complessi di quello di fig. 28, provvisti di accorgimenti atti ad ovviare alle perdite di efficienza e alla redistribuzione in particolare, tubi che trovano applicazione in TV.

Uno di questi è il *radechon*, provvisto di un solo proiettore elettronico, è un tubo ad accumulo a barriera di griglia. L'elettrodo sensibile è una piastra del segnale conduttrice metallizzata, rivestita con uno strato molto sottile di ossido di alluminio ad alto potere isolante.

Vicinissimo alla superficie isolante è disposto uno schermo di rete a maglia fine funzionante come una griglia barriera che arresta gli elettroni secondari espulsi dal fascetto analizzatore dal mosaico.

Quando si effettua l'analisi, le aree visitate dal raggio istantaneamente, emettono maggior numero di elettroni, di quanti ne ricevono, perciò si caricano positivamente in modo crescente, finchè raggiungono un equilibrio determinato dalla griglia barriera e dal collettore.

Nelle condizioni normali di lavoro il tempo in cui il pennello analizzatore insiste sopra un elemento, non è sufficiente a fargli raggiungere un tale stato di equilibrio. La corrente del raggio è modulata dal segnale da registrare. Quando la corrente del raggio è grande, l'elemento toccato assume un potenziale più positivo, che quando la corrente è piccola. Per permettere la lettura della registrazione effettuata, la faccia posteriore del mosaico è mantenuta leg-

si avvicinano alla targhetta e la sfiorano, analogamente a quanto avviene nell'orthicon, ma nell'isocon gli elettroni del raggio di ritorno subiscono un trattamento diverso. Il sistema elettronottico di messa a fuoco provvede a concentrare in uno spot molto nitido gli elettroni di ritorno. Nel punto in cui si verifica questa concentrazione elettronica è disposto un ostacolo, che impedisce agli elettroni di raggiungere il moltiplicatore. Diventando più positivi gli elementi della piastrina, i moti di andata e ritorno vengono alterati nell'intorno di questo elettrodo. Si verifica in conseguenza che il pennello elettronico di ritorno sia sfuocato dove esiste lo sbarramento, per modo che qualche elettrone riesce a superarlo e a pervenire sul moltiplicatore ad emissione secondaria. Nel normale funzionamento quanto più positivo diviene un elemento, tanto più forte è lo sfocamento e tanto maggiore la corrente che arriva al moltiplicatore. Questi tubi che hanno i requisiti per essere usati in TV, sono stati costruiti in laboratori e industrialmente; si sono riscontrate notevoli difficoltà per la loro messa a punto. L'assenza di disturbi nell'analisi delle zone scure, fa sì che l'isocon si comporti in modo migliore dell'image orthicon ai bassi livelli di illuminazione, per i quali i dettagli sono molto meglio riprodotti.

Per contro il rapporto segnale disturbo dell'isocon è talvolta così basso, che l'immagine riprodotta non è accettabile per la TV circolare. L'uso principale dell'isocon è laddove si deve ottenere un'immagine appena riconoscibile in condizioni precarie di illuminazione, quando l'image orthicon cade in difetto.

11. - TUBI DA PRESA FOTOCONDUTTIVI. IL VIDICON. CENNO SULLE APPLICAZIONI INDUSTRIALI DELLA TELEVISIONE.

Esistono tubi da presa che sfruttano la fotoconduttività per il loro funzionamento, anzichè la fotoemissione come i tubi fin qui descritti. I fotoconduttori possono essere impiegati in diversi modi per ricavare un segnale elettrico da un'immagine ottica. Qui se ne considerano solo due: 1) uso di un materiale di resistenza relativamente bassa, formante l'accumulo con un fotoconduttore con una costante di tempo dell'ordine di grandezza del periodo di quadro; 2) uso di un materiale fotoconduttore di alta resistenza e di lunga costante di tempo; l'accumulo delle cariche avviene, come in un mosaico fotoemittente, fra la superficie del fotoconduttore e la piastra posteriore conduttrice.

La generazione del segnale col 1) metodo è chiarito dalla fig. 27, valida per il caso di un pennello elettronico di un sistema avente il rapporto di emissione secondaria > 1. Il mosaico è una piastrina trasparente o no, rivestita sulla faccia rivolta al pennello scandente, con un sottile strato di materiale fotoconduttivo. Proiettando un'immagine luminosa sul fotoconduttore, le parti illuminate presentano minor reistenza rispetto alle parti scure. Il potenziale della piastra posteriore del segnale conduttrice è leggermente negativo rispetto al collettore degli elettroni secondari, ma non permette che l'emissione secondaria sia saturata. In queste condzioni vale la curva *a*) di fig. 27 che rappresenta la corrente di emissione secondaria al mosaico, in funzione del potenziale della superficie della targhetta. La retta *b*) è la curva tensione-corrente di un'area buia del mosaico ed il punto V è la tensione di polarizzazione della placchetta conduttrice posteriore del mosaico. L'intersezione delle linee *a*) e *b*) è il punto A cui corrisponde la corrente I_2 che scorre fra il 2° anodo collettore degli elettroni e un'area non illuminata visitata dal raggio scandente.

La curva tensione-corrente per un'area illuminata è data dalla retta *c*) della stessa figura. L'intersezione di *a*) e *c*) avviene nel punto B, cui corrisponde la corrente I_1 fra area illuminata sotto il raggio e collettore. La variazione della corrente al collettore genera il video segnale. L'accumulo di cariche necessario per un funzionamento soddisfacente è dato dalla natura accumulatrice dell'effetto fotoconduttivo in certi materiali fotoconduttori.

Il 2° tipo di tubi da presa fotoconduttivi ha un funzionamento prossimo a quello dell'iconoscopio e dell'orthicon, salvo che la carica è estretta dalla piastrina per effetto fotoelettrico resistivo anzichè emissivo.

Anche per i mosaici del 2° tipo fotoconduttivo l'elettrodo sensibile è formato da una lamina conduttrice semitrasparente rivestita di un sottile strato del materiale fotoconduttore, avente resistenza specifica molto alta quando è mantenuto al buio. Mediamente per lamine di spessore 1 o 2 micron la resistenza antero-posteriore è di almeno $10 \div 100$

Fig. 28 - Rappresentazione schematica di un tubo ad accumulo.

$M\Omega/cm^2$. Nel funzionamento tipo orthicon la piastra conduttrice è mantenuta leggermente positiva rispetto al catodo del proiettore elettronico. Le superfici buie sono portate dal pennello scandente, al potenziale del catodo. Appena passato il raggio, la corrente fra la piastra conduttrice e la superficie sensibile carica leggermente quest'ultima, ma l'intensità della carica accumulata durante un periodo di quadro è piccola, a motivo dell'alta resistenza del materiale all'uscurità.

Al contrario la carica accumulata è maggiore quando la luce cade sopra un elemento perchè la fotocorrente della piastra conduttrice alla superficie sensibile è maggiore. In conseguenza la piastrina sensibile assorbe una intensità di corrente dal raggio (corrente che non ritorna al collettore, o al moltiplicatore) maggiore nelle zone illuminate che in quelle scure. Poichè la carica accumulata è proporzionale alla corrente fotoconduttiva (questa è talvolta proporzionale all'illuminazione L, tal'altra per certi materiali è proporzionale alla $\sqrt{L}$), il segnale video ha una corrispondenza univoca con la luminosità dell'immagine proiettata sulla targhetta. Per la fabbricazione di fotocatodi conduttivi del 2° tipo si possono usare molti materiali, fra i quali selenio amorfo, solfuri di antimonio, di cadmio e seleniuro di cadmio, anche in combinazione tra di loro.

La scelta del materiale va fatta dal punto di vista del rendimento di fotoconduttività, risposta spettrale, ritardo di tempo, stabilità, ammessa una sufficiente resistenza del materiale nell'oscurità. I trattamenti di attivazione di questi materiali sono piuttosto laboriosi. I tubi da presa fotoconduttivi presentano molti requisiti desiderabili: l'efficienza quantica di alcuni fotoconduttori è prossima all'unità. È possibile ottenere guadagni da 10 a 1000 volte, il che equivale alla moltiplicazione dell'immagine. Il mosaico si avvale pienamente del principio di accumulo. Questi materiali fatti lavorare come la piastrina dell'orticon, permettono talvolta di sfruttare l'emissione secondaria nel moltiplicatore. Da ultimo la fabbricazione di un elettrodo fotoconduttivo è molto più semplice di quella di un mosaico fotoemittente. In pratica la sensibilità di alcuni tubi da presa fotoconduttivi è risultata prossima a quella dell'image orthicon.

I tubi fotoconduttivi trovano numerose applicazioni. Il prototipo è il *vidicon* che presenta tutti gli ultimi perfesionamenti ed è un esemplare di semplicità. Infatti esso consta solamente del proiettore elettronico e di una superficie fotoconduttrice all'estremità del tubo opposta al proiettore Ha la lunghezza di circa 16 cm ed il diametro di 25,5 mm (1"). Pur essendo così piccolo, la sua sensibilità permette. un'ottima trasmissione di immagine ripresa in un ambiente con normale illuminazione. Di qualche ostacolo alla generale diffusione è una leggera caduta ai livelli di illuminazione molto bassi. Per le sue doti di semplicità, di minimo ingombro e sopratutto di basso costo, il vidicon è stato ovunque adottato nelle telecamere per la cosidetta ***televisione industriale o professionale***, ossia nelle seguenti applicazioni:

1) controllo della cabina di comando nella conduzione di caldaie a vapore per i grandi impianti termoelettrici, si effettua il controllo sullo schermo ricevente, della camera di combustione (bruciatori di nafta, o ugelli di metano);

Fig. 29 - Tubo ad accumulo Metrechon.

del livello dell'acqua in caldaia, della temperatura dei gas di scarico;

2) controllo in sede di prova dei grandi motori a scoppio del funzionamento in diverse condizioni di carico ecc.; si possono così risolvere varie difficoltà l'origine delle quali non è direttamente osservabile, per aver sede in parti inaccessibili all'uomo o in situazioni che sarebbero pericolose per l'osservatore;

3) controllo nei laboratori chimici e nelle industrie chimiche di lavorazione e reazioni pericolose per eventuali esplosioni, temperature eccessivamente basse, per sprigionamento di gas venefici ecc.

4) in nuovo vasto campo di applicazioni è dischiuso dalle operazioni chimico-nucleari nello studio dell'utilizzazione dell'energia atomica, che richiede un impianto televisivo esteso a tutte le fasi di lavorazione e di esperimento. La TV ha in questo campo già risparmiato un numero non precisabile, ma certamente molto grande, di preziose vite umane in tutto il mondo interessato allo sfruttamento delle fonti di energia contenute nella materia;

5) telecontrollo di documenti immediato e strumento di sicurezza e sorveglianza negli ambienti di grandi complessi finanziari, bancari, ecc.;

6) controllo ininterrotto dei materiali giacenti nei grandi magazzini e depositati in ambienti mantenuti a basse temperature imposte dalla natura delle merci da conservare;

7) controllo in Marina di ambienti di accesso malagevole o impossibili, nei quali sono installati organi facilmente soggetti ad avarie;

8) realizzazione pratica del video-telefono, cioè di quell'applicazione che consente agli interlocutori in una conversazione telefonica di vedersi a vicenda. Naturalmente non è prevedibile che questa applicazione della TV possa in breve tempo estendersi a tutti gli abbonati di una rete telefonica, perchè richiede attrezzature installabili solo in apposite cabine.

Si potrebbe continuare nell'elenco delle applicazioni della TV industriale, ma ci basta di avere appena accennato alle principali, pensando poi che molte altre se ne aggiungono quotidianamente, trattandosi di una tecnica in continua evoluzione ed ancora ai primi passi. Lo staticon è un tubo da presa molto simile al vidicon.

12. - TUBO AD ACCUMULO PER REGISTRAZIONE E RIPRODUZIONE.

Questo tubo non è precisamente un tubo da ripresa televisiva, ma ha con questo una grande affinità, per cui è qui il luogo di ricordarlo.

Il tubo ad accumulo in oggetto è un complesso registratore e riproduttore di immagini. Consta: di un raggio scandente che registra sopra un mosaico accumulatore la carica dovuta all'immagine di un video segnale; del mosaico stesso che accumula la carica; di un sistema lettore della registrazione, cioè riproduttore dell'immagine elettrica impressa sul mosaico. Si può stabilire un parallelo fra questo tubo e il disco fonografico, o meglio con un nastro magnetico per la riproduzione dei suoni. La fig. 28 schematizza gli elementi di un tubo registratore ad accumulo. Il tubo contiene un elettrodo bifacciale a piastrina, esplorato da entrambi le parti, da due diversi pennelli elettronici generati da due proiettori distinti, in tempi diversi. L'entrata del segnale da registrare fa capo al collettore degli elettroni secondari di uno dei due proiettori. Durante la scansione operata dal dal raggio del 1° proiettore al lato registrazione (a destra in fig. 28) gli elementi della piastrina acquistano un potenziale che in ogni istante è funzione del potenziale del collettore di quella sezione del tubo. Ad analisi ultimata dell'intero quadro, sulla piastrina si è formata una immagine potenziale che è la registrazione delle variazioni di tensione applicate al relativo collettore. Successivamente se si fa scandere la piastrina sull'altra faccia (a sinistra in figura)

Fig. 30 - Tubo dissettore di 1° tipo del Farnsworth.

dal pennello catodico del 2° proiettore, l'immagine di cariche elettriche accumulata viene tradotta nuovamente in segnale video che può essere raccolto da un collettore ad emissione secondaria. Se il tutto fosse costruito nella semplice forma ora descritta, sarebbe ben poco efficiente a motivo della redistribuzione elettronica e di altre perdite, che si verificano da entrambi i lati del mosaico bifacciale.

Si sono fabbricati in notevole quantità dei tubi ad accumulo più complessi di quello di fig. 28, provvisti di accorgimenti atti ad ovviare alle perdite di efficienza e alla redistribuzione in particolare, tubi che trovano applicazione in TV.

Uno di questi è il *radechon*, provvisto di un solo proiettore elettronico, è un tubo ad accumulo a barriera di griglia. L'elettrodo sensibile è una piastra del segnale conduttrice metallizzata, rivestita con uno strato molto sottile di ossido di alluminio ad alto potere isolante.

Vicinissimo alla superficie isolante è disposto uno schermo di rete a maglia fine funzionante come una griglia barriera che arresta gli elettroni secondari espulsi dal fascetto analizzatore dal mosaico.

Quando si effettua l'analisi, le aree visitate dal raggio istantaneamente, emettono maggior numero di elettroni, di quanti ne ricevono, perciò si caricano positivamente in modo crescente, finchè raggiungono un equilibrio determinato dalla griglia barriera e dal collettore.

Nelle condizioni normali di lavoro il tempo in cui il pennello analizzatore insiste sopra un elemento, non è sufficiente a fargli raggiungere un tale stato di equilibrio. La corrente del raggio è modulata dal segnale da registrare. Quando la corrente del raggio è grande, l'elemento toccato assume un potenziale più positivo, che quando la corrente è piccola. Per permettere la lettura della registrazione effettuata, la faccia posteriore del mosaico è mantenuta leg-

germente positiva rispetto alla griglia barriera. Si forma così una capacità che rende positiva anche la faccia anteriore, ma che conserva la carica accumulata. Il proiettore elettronico fornisce un fascetto catodico esploratore a corrente costante di intensità tale da restituire l'equilibrio.

Ad aree provviste di cariche disuguali corrispondono variazioni della corrente del raggio di ritorno dalla piastrina; il video segnale letto e riprodotto è questa stessa corrente variabile. Un altro tipo di tubo registratore ad accumulo è il *metrechon* schematizzato in fig. 29. È provvisto di due proiettori elettronici (uno per la registrazione, l'altro per la riproduzione dell'immagine registrata) e di un mosaico o piastrina bifacciale. Questo elettrodo consta di una sottile pellicola di vetro leggermente conduttivo (analogo a quello della piastrina dell'image orthicon) fusa insieme con una rete metallica a maglia fine. La faccia provvista della rete metallica è rivolta al proiettore lettore per la riproduzione dell'immagine registrata. Anche dal lato registratore è disposta una rete a maglia fitta opposta al proiettore modulatore. La trascrizione dell'immagine si avvale di un raggio ad alta velocità similare a quello radechon. Si dà allo schermo reticolare del lato registrazione un potenziale, che determina l'equilibrio degli elementi della piastrina attualmente sotto al raggio analizzatore, tale che quest'ultimo rende gli elementi negativi da — 1 a — 5 volt. Sull'altra faccia del mosaico lo schermo reticolare è reso leggermente positivo rispetto al catodo del proiettore di riproduzione. Il raggio lettore ha perciò le caratteristiche impartitegli dagli elettroni lenti, come nell'orthicon. Gli elementi del mosaico resi negativi dal raggio scrittore, impediscono agli elettroni di depositarsi su di loro; inoltre esercitano un'azione di griglia schermante contro gli eventuali elettroni del raggio che tendessero a raggiungere il reticolo. La frazione degli elettroni del raggio che in un dato istante raggiunge la maglia, dipende dal potenziale negativo al quale gli elementi circostanti sono stati assoggettati dal raggio scrivente. Poichè la frazione degli elettroni del raggio riproduttore assorbita dalla maglia è variabile in funzione della carica sulla piastrina, anche gli elettroni di ritorno dalla stessa, variano con l'immagine di cariche accumulate. Questi elettroni che ritornano dalla piastrina, sono raccolti da un moltiplicatore ad emissione secondaria, analogamente a quanto avviene nell'image orthicon; il segnale riprodotto è costituito dalla corrente intensificata. Importante è il fatto che il pennello lettore non asporta la carica accumulata sulla piastrina, per cui la riproduzione della immagine registrata può avvenire un numero indefinito di volte come per un disco fonografico, senza distruggere la matrice. Per cancellare una registrazione impressa nel tubo, basta effettuare una seconda registrazione con una figura diversa; durante l'analisi la prima immagine diviene asportata dal raggio scrittore. Diverse sono le applicazioni dei tubi ad accumulo registratori in TV. Un esempio cospicuo è la conversione degli standard,

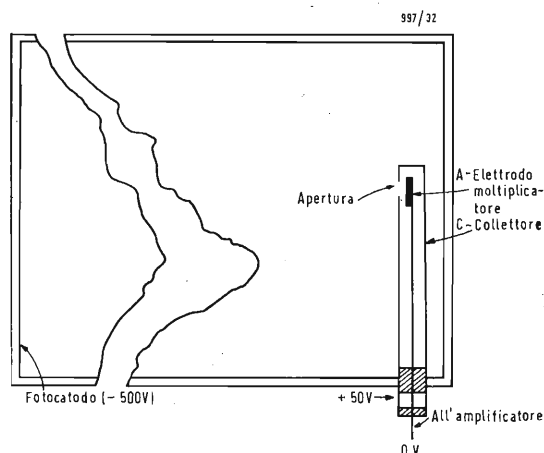



Fig. 31 - Tubo dissettore del Farnsworth con moltiplicatore elettronico semplice.

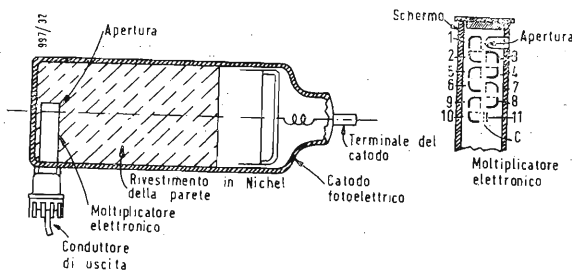



Fig. 32 - Tubo dissettore moderno con moltiplicatore elettronico a molt stadi del Farnsworth.

quando cioè si tratta di trasmettere un'immagine prodotta con date frequenze di linea e di quadro, con un sistema aventi valori diversi per queste frequenze. Un'altra applicazione è quella di ritardare una sequenza di quadri per pochi periodi verticali. Infine i tubi ad accumulo trovano vaste possibilità di uso in tutti quei casi in cui si vogliono ottenere effetti speciali, come sovrapposizioni di immagini, alterazioni e deformazioni delle stesse ecc.

13. - IL MONOSCOPIO.

Questo tubo non è un tubo da presa TV, ma un generatore di segnale immagine fisso. È analogo ad un iconoscopio con la sostituzione del mosaico con una piastrina sulla quale è incisa l'immagine di cui si desidera riprodurre il video segnale a scopo di prova dei ricevitori. La superficie metallica dell'elettrodo sensibile al bombardamento elettronico è costituito da un materiale ad alto rapporto di emissione secondaria, per esempio alluminio rivestito di ossido acquistato nell'ossidazione in aria. Sopra questo fondo altamente emittente è stampata la figura desiderata in inchiostro di carbone o altro materiale avente un diverso rapporto di emissione secondaria. Il segnale video generato durante la scansione è costituito dalle variazioni di corrente raccolta alla piastra posteriore del segnale, dovute al fattore variabile di emissione secondaria in corrispondenza delle zone esplorate di alluminio ossidato o incise in inchiostro di carbone.

14. - IL TUBO DISSETTORE DEL FARNSWORTH

È questo uno dei primi tubi da presa impiegati in TV. Il suo schema di principio è rappresentato in fig. 30. L'immagine ottica viene proiettata sul fotocatodo semi trasparente ad un estremità del tubo cilindrico. Il fotocatodo emette elettroni con una distribuzione di densità proporzionale all'intensità della luce incidente e cioè del chiaro scuro dell'immagine. Si forma così un'immagine elettronica fedele a quella ottica. All'altra estremità del tubo è disposto uno schermo che può anche essere costituito da un'opportuna metalizzazione della parete interna del fondo. Questo schermo è mantenuto ad un potenziale positivo rispetto al fotocatodo, dal quale pertanto vengono richiamati gli elettroni ed accelerati verso lo schermo. L'immagine elettronica viene messa a fuoco sullo schermo dal campo magnetico prodotto da una bobina lunga che circonda interamente il tubo. Lo schermo porta un forellino al centro; dietro al foro è disposto un elettrodo collettore che raccoglie gli elettroni uscenti dal forellino. Un sistema ortogonale di deviazione composto di due coppie di bobine lunghe, analogamente al giogo di deviazione dell'iconoscopio, agente perpendicolarmente all'asse del campo focalizzatore, devia orizzontalmente e verticalmente l'intera immagine elettronica. Alimentando un paio di bobine con una corrente a dente di sega a frequenza di linea, e l'altro paio con una corrente della stessa forma, ma a frequenza di quadro, l'immagine elettronica viene globalmente spostata in modo che uno alla volta tutti i suoi punti si presentano davanti all'apertura dello schermo in regolare sequenza; in questa maniera dal-

(il testo segue a pag. 191)

In Orbita nello Spazio il Terzo Satellite Statunitense

Mentre i satelliti artificiali statunitensi « Explorer I » e « Vanguard I » continuano a trasmettere regolarmente i dati raccolti nella loro vertiginosa corsa nello spazio a considerevole distanza dalla terra, un razzo vettore « Jupiter C » ha immesso in orbita l'« Explorer III » alle 18,45 (ora italiana) del 26 marzo.

Il nuovo satellite americano, denominato ufficialmente « Gamma-1958 », secondo gli ultimi calcoli effettuati dal Laboratorio Ricerche Navali di Washington, segue un'orbita inclinata di circa 33,5° rispetto al piano dell'equatore e dista da terra 186,95 km al perigeo e 2.785 km all'apogeo. La velocità in corrispondenza del perigeo è di 21.520 km orari e quella all'apogeo è di 30.176. Per ogni giro della terra il satellite impiega 115,87 minuti.

In un primo tempo, nell'annunciare l'entrata in orbita del nuovo satellite statunitense, il dott. Richard W. Porter, capo del gruppo satelliti presso il Comitato Nazionale statunitense per l'Anno Geofisico Internazionale, aveva annunciato che l'esistenza dell'« Explorer III » sarebbe stata probabilmente breve.

Successivamente, il Laboratorio Ricerche Navali ha annunciato che in base alle previsioni dei suoi scienziati, il nuovo satellite dovrebbe essere in grado di restare nello spazio da 4 a 6 mesi, mentre il dott. William H. Pickering, direttore del Laboratorio per la propulsione a reazione di Pasadena (California), ha dichiarato che l'« Explorer III » dovrebbe rimanere a suo giudizio in orbita almeno 4 settimane e con molta probabilità molto di più.

L'« Explorer III » dispone della stessa strumentazione scientifica del primo satellite statunitense lanciato il 31 gennaio 1958, ad eccezione di un registratore a nastro magnetico in miniatura e di alcune innovazioni nel sistema di irradiazione dei segnali radio suggerite dall'esperienza. Il suo peso totale è di 14,170 kg, compreso l'involucro protettivo in acciaio di 3,4 kg.

La « memoria magnetica » del terzo satellite statunitense, che è un autentico prodigio della tecnica elettronica in miniatura, è stata ideata da un fisico dell'Università Statale dello Iowa, il dott. George H. Ludwig.

Il registratore a nastro magnetico ideato da Ludwig è in grado di immagazzinare i dati raccolti dagli strumenti di bordo sui raggi cosmici durante un giro completo del globo e di restituirli interamente in 5 secondi sotto l'impulso di un segnale speciale di frequenza e durata prestabilita trasmesso dalle stazioni statunitensi di radiorilevamento a terra.

L'adozione del nuovo dispositivo permetterà di prolungare considerevolmente la durata della trasmittente da 108,03 MHz cui esso è collegato. Come è noto, questa trasmittente, che opera a 60 mW ed è pertanto sei volte più potente dell'altra da 108,00 MHz cessò di funzionare sull'« Explorer I » dopo circa due settimane, a causa del rapido, anche se previsto, esaurimento delle batterie a mercurio, per il funzionamento continuo dell'apparato.

Oltre a risparmiare le batterie a mercurio, la « memoria magnetica » permetterà di disporre a terra di dati completi relativi ai raggi cosmici incontrati lungo ciascun giro intorno al globo. Nel caso dell'« Explorer I » e del « Vanguard I », i dati vengono raccolti soltanto in corrispondenza del passaggio dei satelliti sullo zenith delle stazioni radio a terra, mentre le informazioni trasmesse nei tratti compresi tra una stazione e l'altra vanno perduti.

Il registratore a nastro magnetico contiene una bobina di 139,7 cm di lunghezza sufficiente ad immagazzinare i dati sui raggi cosmici raccolti dagli strumenti di bordo per oltre due ore ed un quarto. Il nastro ha una larghezza di circa 4 millimetri ed uno spessore di 4 decimillesimi di millimetro.

Il nastro magnetico impiegato nel dispositivo è realizzato con una lega di bronzo fosforoso ed elevata elasticità ed è rivestito di cobalto, che, come il ferro, ha la caratteristica di magnetizzarsi.

Tutte le parti del registratore, ad eccezione dei cuscinetti a sfera, delle viti e del nastro metallico, sono state costruite presso l'officina dell'Università Statale dello Iowa a Iowa City. Mentre l'involucro esterno e le piastre d'appoggio sono costruite in magnesio, i perni e le viti sono di acciaio inossidabile. Tra le centinaia di parti del registratore, si trovano 19 cuscinetti a sfere, dieci ruotismi dentati di ottone, un « freno magnetico », un magnete per la cancellazione della registrazione ed una molla di orologio che provvede allo svolgimento rapido del

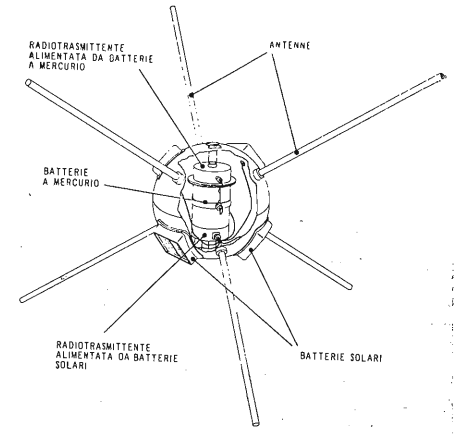



Fig. 2 - *Spaccato del satellite statunitense Vanguard I.*

nastro. Oltre alla tramittente da 108,03 MHz collegata al minuscolo registratore magnetico dei dati sui raggi cosmici, che funziona a comando per 5 secondi in ogni giro della terra, il satellite dispone di una seconda trasmittente da 108,00 MHz per irradiare il segnale di riconoscimento e per trasmettere senza soluzione di continuità i dati relativi alla temperatura e al pulviscolo meteorico incontrato nello spazio.

Le quattro antenne filiformi adottate nell'« Explorer I » sono state sostituite nel terzo satellite statunitense con due antenne a dipolo incorporate nell'involucro.

Nell'« Explorer », ciascun dipolo, che serve ad irradiare i segnali di una delle due trasmittenti, è ricavato da una parte dell'involucro metallico esterno, mediante la sua suddivisione in due tronconi con un anello di fibra di vetro.

Come è noto, all'« Explorer I » è stata impressa una rotazione sul suo asse longitudinale di oltre 700 giri al minuto, al fine di ripartire l'esposizione ai raggi solari e alle freddissime zone d'ombra durante ciascun giro della terra sulle delicate attrezzature scientifiche di bordo.

In base alle previsioni, l'« Explorer I » avrebbe dovuto conservare una posizione immutabile rispetto ad una stella lontana e quindi, ad un quarto di giro intorno alla terra, la sua sezione posteriore avrebbe dovuto trovarsi diretta verso il globo secondo una perpendicolare; a metà percorso orbitale, il satellite avrebbe dovuto assumere un assetto parallelo alla superficie terrestre, con la parte posteriore diretta in avanti; e così via.

In realtà le cose sono andate diversamente. Oltre a ruotare intorno all'asse longitudinale, come era stato previsto, l'« Explorer I » gira ogni 7 secondi intorno all'asse diametrale, come se fosse un'elica, a causa delle vibrazioni delle quattro antenne collocate al centro dal satellite.

Gli scienziati ebbero un primo sentore del fenomeno imprevisto dalle fluttuazioni nell'intensità dei segnali ricevuti dalle stazioni radio a terra. Quando il satellite viene a trovarsi con le estremità dirette verso terra, i segnali tendono a scomparire, mentre, con un diverso assetto delle antenne, essi riacquistano l'intensità primitiva.

Questo fenomeno non ridurrà peraltro la durata dell'« Explorer I », che secondo le più attendibili valutazioni attuali dovrebbe essere di almeno 5-10 anni. (u.s.)

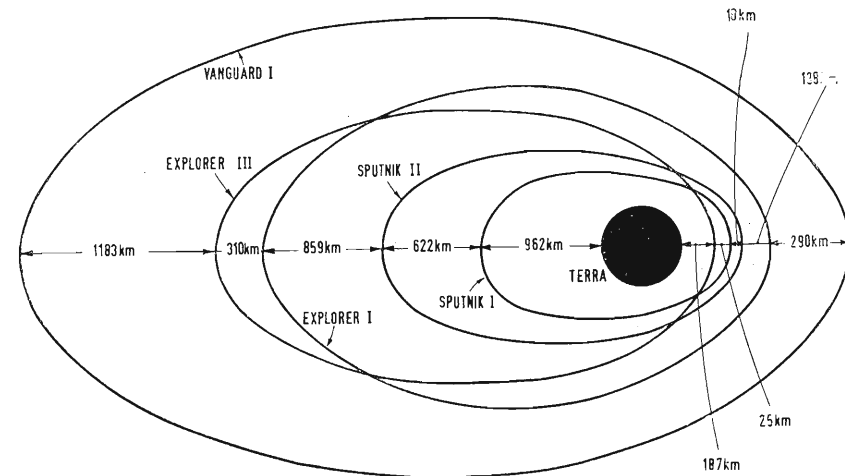
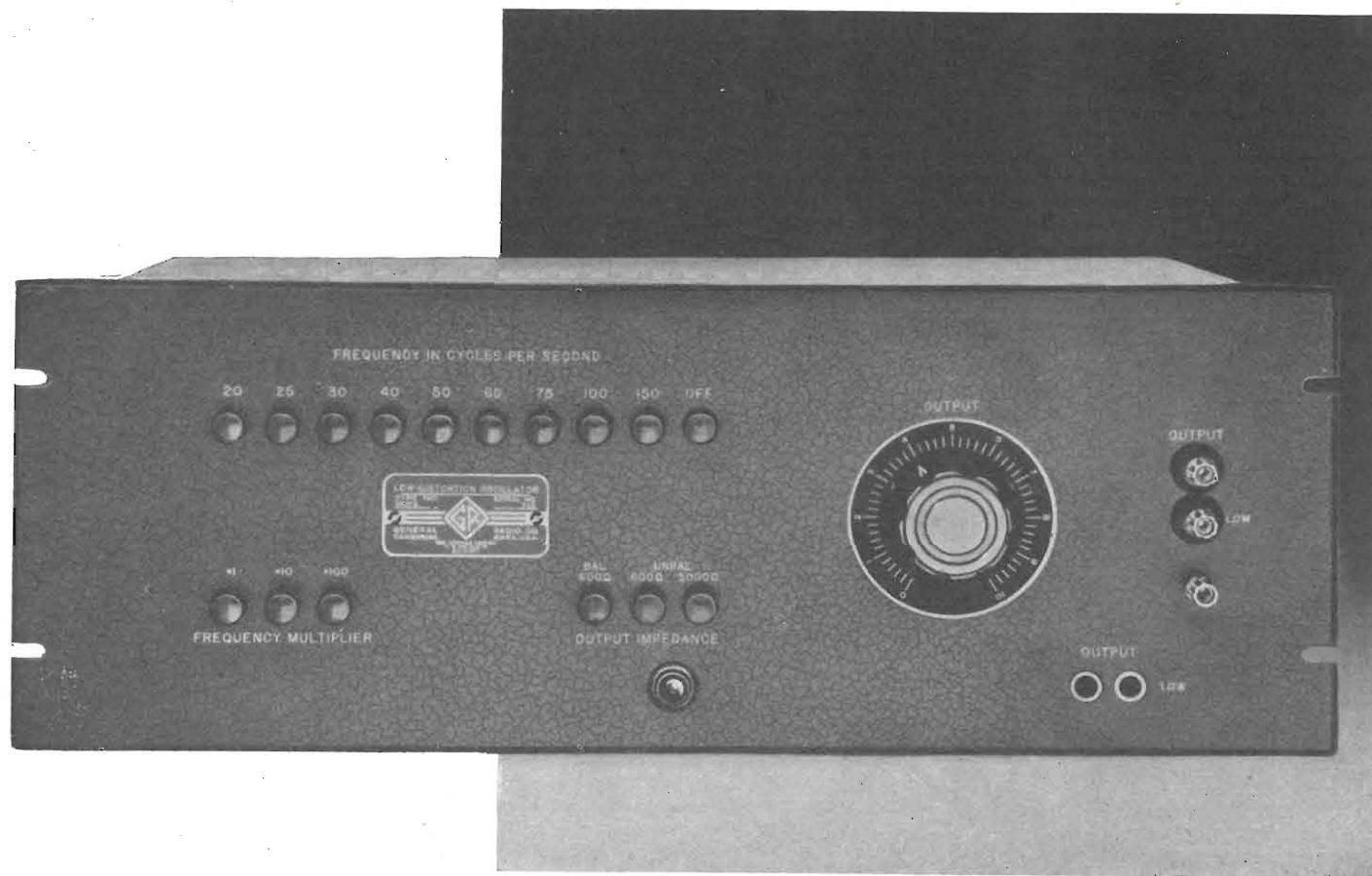



Fig. 1 - *Le orbite dei satelliti sovietici e statunitensi immessi nello spazio tra il 4 ottobre 1957 ed il 26 marzo 1958. Lo « Sputnik I » si è disintegrato il 3 gennaio e lo « Sputnik II » il 13 aprile 1958. Le cifre indicate nel grafico costituiscono le distanze parziali dell'apogeo e del perigeo delle orbite da terra.*

Generatore a Punti di BF
di Ridottissima Distorsione Armonica *

a cura del dott. ing. Franco Simonini

QUESTO che descriviamo è uno degli strumenti di misura di caratteristiche più marcatamente professionali tra quelli prodotti dalla General Radio. Di progettazione relativamente poco recente esso è tuttavia attuale come schema e come prestazioni. Il 1301-A della General Radio provvede solo alla generazione della frequenza desiderata. Deve quindi venir impiegato assieme ad un analizzatore d'onda con filtro a cristallo come quello da tempo immesso sul mercato sempre dalla General Radio, oppure con altri tipi, ad esempio del tipo a controreazione selettiva, adottati dalla Hewlett & Packard e dalla Heath. Riteniamo che la descrizione di questo strumento e l'analisi del circuito elettrico possano senz'altro interessare tutti gli amatori ed appassionati di alta fedeltà oltre naturalmente ai tecnici del ramo.

1. - LE PRESTAZIONI.

Il generatore a punti a bassa distorsione è ormai uno strumento utilissimo quasi indispensabile per la messa a punto dei complessi di Hi-Fi. I normali generatori infatti, anche se di bassa distorsione 0,2 ÷ 0,3% nel tratto centrale della banda generata, presentano sempre una distorsione più accentuata agli estremi di banda (30 ÷ 200 Hz e 10 ÷ 5000 Hz) proprio là ove più interessanti sono le misure da condurre sul complesso di alta fedeltà.

Naturalmente per la misura della distorsione non è affatto necessario che la frequenza sia variabile con continuità anzi si richiede di solito che essa si mantenga notevolmente stabile nel corso delle misure relative all'analisi armonica.

Tanto più utile è quindi uno strumento che inserisce a volontà tutta una serie di frequenze con la semplice commutazione di un pulsante. Questa è tra l'altro una disposizione che permette la massima praticità e rapidità nelle operazioni di collaudo di serie.

Le prestazioni di questo strumento si estendono d'altra parte fino al campo degli strumenti elettromedicali dato che un apposito adattatore permette estendere la banda di lavoro fino ai 2 Hz, cosa che è della massima importanza per i cardiografi.

Naturalmente per queste frequenze non va interposto il trasformatore di uscita (uscita in sbilanciato) e le costanti di tempo sono tali che si deve attendere qualche secondo perchè l'oscillazione si stabilizzi del tutto.

Lo strumento si presta però anche per il controllo rapido della curva di attenuazione di filtri data la ridottissima distorsione del segnale (che consente in special modo il rilievo della curva dei filtri passa alto) e l'uscita in bilanciato a 600 Ω. La discreta tensione di uscita permette inoltre anche misure di impedenza con notevole precisione, sia per la precisione di frequenza dei « punti » di lavoro, sia per il basso contenuto di armoniche della forma d'onda.

(*) Il generatore a bassa distorsione, tipo 1301-A, è costruito dalla General Radio Company, rappresentata in Italia dalla Ditta Ing. S. e dr. Guido Belotti, Milano.

2. - CARATTERISTICHE DELLO STRUMENTO.

2.0.1. — *Campo di frequenza:* 27 frequenze fisse comprese nella banda dai 20 ai 15.000 Hz.

2.0.2. — *Comandi di frequenza:* Sono due; uno inserisce frequenze di 20-25 30-40-50-75-100 e 150 mentre il secondo moltiplica queste frequenze per 1, 10 e 100. Viene così coperto l'intero campo delle frequenze acustiche con incrementi approssimativamente logaritmici.

2.0.3. — *Precisione di frequenza:* Ogni frequenza è generata con un'approssimazione del 1,5% ± 0,1 ciclo.

2.0.4. — *Stabilità di frequenza:* Il regolatore di tensione interno all'apparato elimina ogni variazione di tensione che possa venir provocata da variazioni nella tensione di alimentazione. Variazione nel carico applicato all'uscita non hanno effetto sulla frequenza. La deviazione di frequenza dovuta al riscaldamento dei componenti non supera il 0,02% all'ora dopo i primi 10 minuti di funzionamento.

2.0.5. — *Linearità di uscita:* La tensione di uscita per qualsiasi posizione del comando della tensione di uscita rimane costante al variare della frequenza entro ± 1 dB.

2.0.6. — *Potenza d'uscita:* 18 mW con 600 Ω di carico, 6,6 V a circuito aperto; 100 mW con 5000 Ω di carico o 30 V a circuito aperto.

2.0.7. — *Forma d'onda:*

a) per uscita su 5000 Ω: Non più del 0,1% tra 40 e 7500 Hz. Non oltre il 0,15% per le rimanenti frequenze.

b) per uscita su 600 Ω: Non più del 0,1% tra 40 e 7500 Hz. Non oltre il 0,25% tra 20 e 40 Hz. Non oltre il 0,15% sopra i 7500 Hz.

2.0.8. — *Impedenza di uscita:* Sono previsti tre circuiti di uscita.

Essi vengono selezionati con comando a bottone. Le impedenze sono le seguenti: 600 Ω bilanciati, 600 Ω sbilanciati e 5000 Ω sbilanciati.

Il comando relativo alla tensione di uscita è costituito da un potenziometro disposto nel circuito di uscita da 5000 Ω. L'impedenza di uscita di tale circuito varia in pratica tra i 1000 ed i 6000 Ω a seconda della regolazione del comando di uscita di tensione. Nel caso dell'uscita a 600 Ω invece una rete di attenuazione rende l'impedenza di uscita praticamente indipendente dal comando di livello. Il circuito di uscita a 600 Ω in bilanciato è simmetrico rispetto a massa.

2.0.9. — *Alimentazione:* Da 105 a 125 (da 200 a 250) volt in c.a. con frequenza tra i 25 ed i 50 Hz. Assorbimento complessivo di potenza 45 W.

2.0.10. — *Tubi:*

1 — 6Y6G
1 — 6SJ7
1 — 6SK7
1 — 6SQ7
1 — NE17
1 — 6X5GT/G
1 — 6B4G
1 — 6SL7/GT
1 — 0D3

2.0.11. — *Montaggio:* Lo strumento è previsto per montaggio su rack standard in modo da venir accoppiato con altri strumenti a formare un posto di lavoro. Appositi piedi di appoggio permettono pure l'impiego su normale tavolo da lavoro.

2.0.12. — *Dimensioni e peso:* Lunghezza 48 cm per 21 cm di altezza e 30 cm di profondità. Peso netto circa 16 kg.

3. - LO SCHEMA ELETTRICO.

Nel seguire ogni dettaglio del circuito dello strumento ci riferiremo sia allo schema semplificato di fig. 2 che a quello completo di ogni particolare di fig. 3. Lo strumento è composto da tre sezioni ben definite: un alimentatore di tensione stabilizzata, l'oscillatore vero e proprio ed il circuito di controllo del punto di lavoro dell'oscillatore.

Quest'ultimo circuito è l'elemento di nuova concezione che distingue lo strumento e gli permette una percentuale di distorsione che ha del miracoloso (meno dell'1 per mille per un'uscita massima di 30 V). A ben pensare però questo risultato non è nulla di eccezionale, anche se originali e degni di nota sono invece i mezzi impiegati per ottenerlo. La 6SJ7 e la 6Y6 montate come amplificatrici in cascata (vedi fig. 2) realizzano una doppia inversione di fase (di 180°) così che il segnale in placca alla 6Y6 è in fase con quello in griglia della 6SJ7. Il quadripolo collegato tra questi due punti è composto da resistenze e condensatori, e per tale motivo è detto circuito RC; esso ha la proprietà di conservare inalterati i rapporti di fase per una sola frequenza, quella per la quale vengono calcolati e dimensionati i sei elementi (tre resistenze e tre condensatori) che compongono il doppio T.

Per qualsiasi altra frequenza diversa da quella per la quale è calcolato il quadripolo provoca invece una completa inversione di fase.

A sintonia si ha quindi un innesco, dato il ritorno di frequenza in fase, mentre fuori sintonia l'inversione di fase provoca una fortissima controreazione per la quale non solo è eliminato ogni innesco indesiderato ma ne viene a cessare anche ogni pericolo.

Non è quindi a questo circuito di discriminazione di frequenza, del tutto sicuro, che si deve la distorsione ma piuttosto alla natura stessa dell'innesco dell'oscillazione la quale tende a limitarsi in ampiezza a spese dei limiti di potenza della valvola finale 6Y6 la

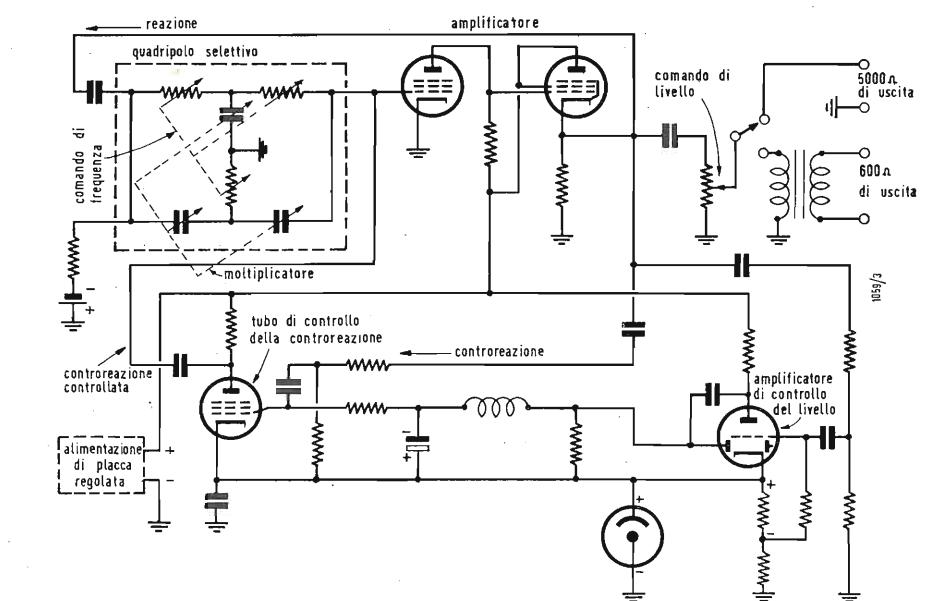



Fig. 2. - Circuito schematico del generatore a bassa distorsione, tipo 1302-A.

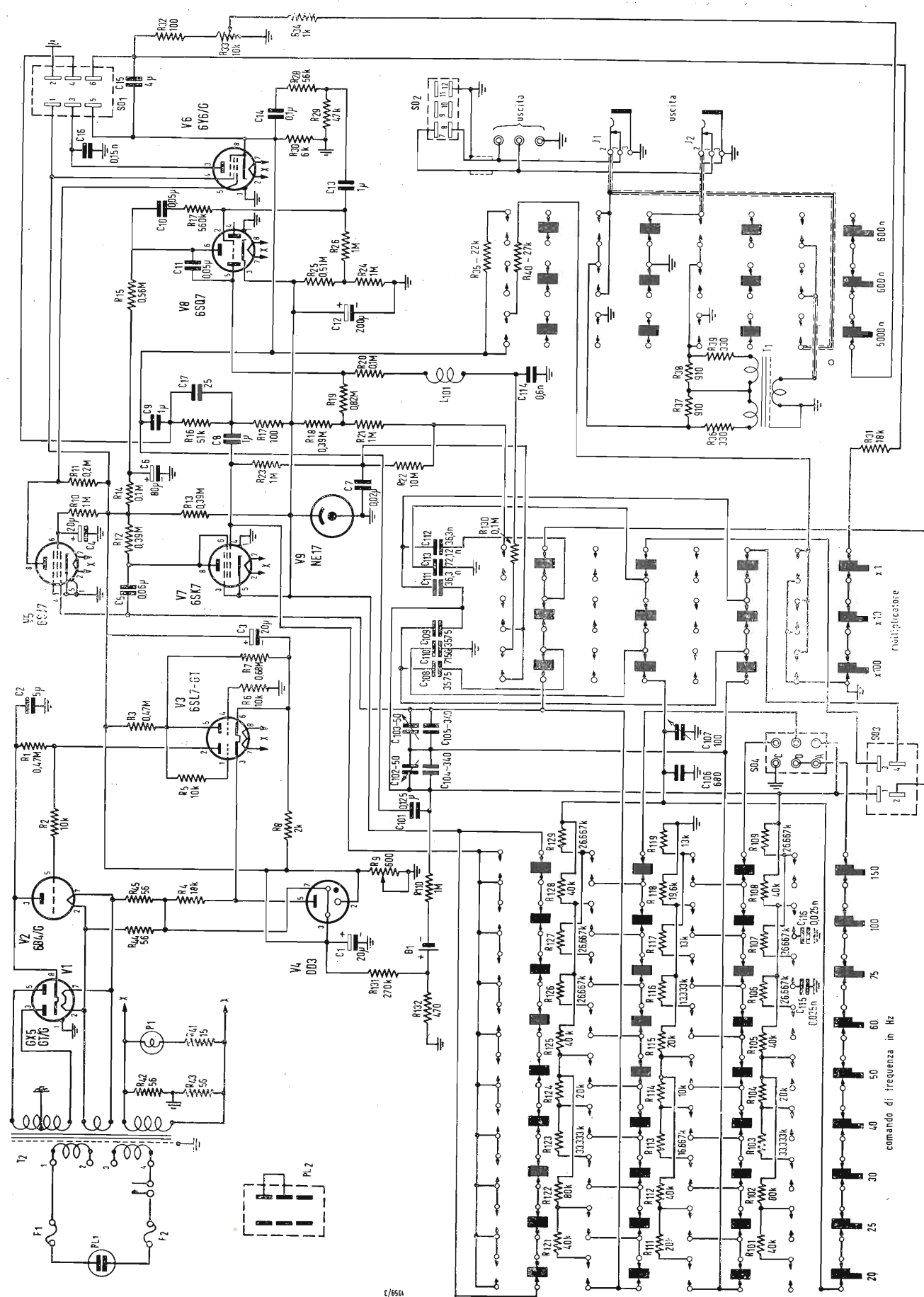



Fig. 3. - Schema elettrico quotato del generatore a bassa distorsione, tipo 1301-A.

quale viene fatta lavorare in condizioni limite. Non viene così ad essere interessata solo la porzione lineare della caratteristica, ma anche i due ginocchi superiore ed inferiore.

Per limitare la conseguente distorsione non c'è altro mezzo che introdurre un elemento di limitazione dell'ampiezza del segnale utilizzando generalmente una resistenza anomala.

Nei normali generatori RC il filamento di una lampadina ad incandescenza di basso wattaggio viene di solito impiegata come resistenza di catodo della prima valvola ed elemento del partitore di ritorno della rete di controreazione placca finale-catodo della prima valvola. Se aumenta l'uscita aumenta pure il riscaldamento del filamento metallico di catodo, aumenta per conseguenza la resistenza di catodo e con ciò il negativo base della prima valvola; questa diminuisce così l'amplificazione di modo che ne resta limitata anche l'uscita in placca della finale.

Si resta così sotto all'1% di distorsione totale. Per ottenere di più occorre spingere il controllo in modo da retrstringere il tratto di caratteristica in cui lavora il segnale.

Il compito di effettuare questo controllo nel nostro circuito viene affidato ad un tubo del tipo diodo-triodo che:

— amplifica il segnale proveniente del tubo finale prelevandolo dal circuito relativo tramite un partitore (R_{28}, R_{29}) che lo riduce ad un valore opportuno.

— lo applica ad un diodo e ne ricava una tensione negativa che, convenientemente filtrata viene applicata al tubo seguente.

Questo secondo tubo ha a sua volta il compito di:

— amplificare sia pur debolmente il segnale.

— invertire la fase del segnale di 180°.

Ciò ottenuto il segnale di controreazione viene applicato alla griglia del primo tubo 6SJ7.

Si ottiene così un «feedback» un ritorno di segnale con efficace autocontrollo. Per questo stadio si è naturalmente impiegato un tubo a pendenza variabile tipo 6SK7.

Se il segnale sul catodo della 6Y6 tendesse ad aumentare si avrebbe un aumento di tensione di controreazione, e per conseguenza una riduzione del segnale di uscita.

Con questo energico controllo si limita il tratto di caratteristica interessato in modo sicuro ed efficace e si scende sotto l'1% di distorsione totale anche perchè la forte controreazione riduce la distorsione generata dai due stati di amplificazione.

Prova ne sia che in corrispondenza delle frequenze più basse (20 ÷ 40 Hz) e più alte (7500 ÷ 15.000) là ove l'amplificazione viene un poco a mancare, sale subito la relativa distorsione fino ad un massimo però di soli 2,5‰.

La tensione negativa prodotta del segnale di uscita viene sommata a quella prodotta da un tubo al neon che fornisce una stabile tensione di riferimento in c.c.

La figura 3 fornisce ogni dettaglio del circuito.

Il circuito a doppio T di controreazione selettiva fornisce un notevole grado di selettività ma per la sua complessità e per il forte numero di componenti che esso richiede viene raramente impiegato.

Il comando a pulsante, introducendo un certo numero di commutazioni, ne ha qui permessa l'utilizzazione.

I comandi di moltiplicazione (× 1 × 10 × 100), che sono solo tre, commutano i condensatori che sono più delicati e costosi come componenti. I comandi di frequenza introducono invece le tre resistenze tarate che sono molto più facili da ottenere e da inserire nel circuito.

È così relativamente facile ottenere la discreta precisione di frequenza consentita dallo strumento (1,5% ± 0,1 Hz).

Per questo strumento destinato ad alimentare il circuito di ingresso di amplificatori o dei filtri con solo qualche milliwatt di potenza l'amplificatore di potenza non è certo un elemento essenziale.

Ci si è quindi accontentati qui dell'auscita catodica della 6Y6. In tal modo:

Simboli	Tipo	Numero dei piedini dello zoccolo								Funzione
		1	2	3	4	5	6	7	8	
V 1	6X5-GT/G		2 a 7 6,3 (AC)	340 (AC)		340 (AC)		280	410	Rettificatrice
V 2	6B4-G		2 a 7 6,3 (AC)	410		250	280	280		Regolatrice
V 3	6SL7-GT	150	255	150		150	3,0	7 a 8 6,3 (AC)	3,15	Tubo di controllo
V 4	OD3		2,3	280		150	280	28,0	3,0	Regolatrice
V 5	6SJ7		2 a 7 6,3 (AC)		—0,5		30*		100	Oscillatrice Amplificatrice
V 6	6Y6-G		2 a 7 6,3 (AC)	280	280	100	280		125	Oscillatrice Amplificatrice
V 7	6SK7		2 a 7 6,3 (AC)	60*	40*	60*	85*		85*	Controllo di reazione
V 8	6SQ7		30*	60*	50*	45*	225	7 a 8 6,3 (AC)		Controllo di linearità
V 9	GE NE-17		60*	deve innescare stabilmente						Regolatrice

* Queste misure sono state fatte nella portata 0-250 V del voltmetro Weston 772.
Condizioni: Commutatori su 1000 Hz — Uscita bilanciata su 600 Ω chiusa su 600 Ω — Comando di livello al massimo.

— Dato che non si carica in pratica tale uscita con l'utilizzatore, si introduce un minimo di distorsione col tubo finale 6Y6 che resta così fortemente controreazionato di corrente.

— Si ottiene una bassa impedenza di uscita con cui alimentare i circuiti di utilizzazione e i circuiti di ingresso verso l'amplificatore di controreazione ed il circuito di controllo del negativo di griglia di questo tubo. Data la bassa impedenza di uscita è possibile regolare la tensione di uscita con soli 10 kΩ che assicurano una buona linearità di risposta fino ai 15 kHz.

Tutta la regolazione di uscita è così ricondotta al semplice comando del potenziometro di 10 kΩ che viene accoppiato con ben 4 μF per rispettare il limite inferiore di frequenza.

In serie al cursore del potenziometro viene disposta una resistenza da 1000 Ω in modo che l'impedenza di uscita al limite non scende sotto questo valore. Il trasformatore di uscita, sempre con commutazioni a pulsante, viene introdotto dopo questo potenziometro e, grazie al doppio attenuatore a L disposto sul secondario, se fornisce una potenza leggermente inferiore rispetto a quella fornita dall'uscita su 5000 Ω sbilanciati, permette però una stabilità maggiore di impedenza di uscita al variare della potenza di uscita regolata col potenziometro da 10 kΩ.

I 600 Ω sbilanciati di uscita sono ottenuti semplicemente collegando a massa uno dei capi del secondario del trasformatore di accoppiamento. Uno strumento così complesso dal punto di vista circuitale come il nostro 1301-A presenta senza dubbio una certa tendenza all'innesco di oscillazioni spurie. È per tale motivo che i progettisti hanno introdotto un alimentatore stabilizzato in c.c. che permette di ottenere una bassa impedenza di alimentazione in c.c. sicuramente di qualche ohm come valore massimo. La corrente consumata dal complesso non è molto forte, non supera i 100 mA. È quindi sufficiente una valvola, un triodo 6B4G di ridotta resistenza interna a portare tutta l'alimentazione. Come si può rilevare dai dati della tabella la 6X5 lavora con 2 × 340 V alternati in placca ad un'uscita di 410 V sul catodo.

Da questa tensione di scende a 280 V nel circuito di filamento della 6B4 da cui viene ricavata l'alimentazione anodica per tutto lo strumento. Di solito viene impiegato nei circuiti stabilizzatori di tensione un pentodo che amplifica le variazioni di tensione rispetto a quella stabilizzata fornita da un tubo al neon, nel nostro caso una 0D3. Qui si sono invece impiegate, collegate in cascata come amplificatrici in c.c., le due sezioni di un doppio triodo 6SL7 in modo da ottenere una amplificazione ancora maggiore che non con un solo pentodo.

Non sono previste impedenze di filtro dato che i circuiti stabilizzatori di tensione presentano il vantaggio di introdurre una notevole attenuazione per il residuo alternato della tensione raddrizzata. È quindi necessario solo un condensatore da 5 μF in placca alla 6B4 ed altri due da 20 μF ciascuno disposti verso l'alimentazione dello strumento. Il ronzio alternato residuo ed ogni tensione spuria non superano così il 0,05% della tensione di uscita.

Lo strumento rimane abilitato al servizio con tensioni alternate da 105 a 115 V (o da 210 a 230 V). La tensione di uscita rimane costante entro ± 1 dB. Il circuito infine non deve venir servito da tubi particolarmente scelti di speciali caratteristiche. Qualsiasi tubo di serie non provocherà variazioni di tensione di uscita che si discostino da quel 10% cui già abiamo accennato. Il filamento viene alimentato in simmetrico.

La presa centrale del medesimo viene collegata a massa tramite due resistenze da 56 Ω. Questa disposizione contribuisce, con i notevoli schermaggi dello strumento, a ridurre ad un livello molto ridotto orgni rumore di fondo.

Il trasformatore di alimentazione d'altra parte, così come si dovrebbe fare in ogni apparecchiatura di tipo professionale, è stato realizzato con uno schermo elettrostatico tra primario e secondario allo scopo di bloccare i disturbi provenienti dalla rete.

Il primario è avvolto in due avvolgimenti distinti da collegare in serie od in parallelo rispettivamente per 220 o 110 V ed è alimentato tramite due fusibili.

Alleghiamo una tabella con tutte le tensioni di alimentazione dello strumento.

Per ogni altro dato relativo sono a disposizione di chi, tramite la Redazione, mi vorrà interrogare in proposito.

Torna in auge la « macchina a cassetta » per la rilevazione della radioattività

La General Electric Company ha annunciato di aver realizzato un tipo nuovo di apparecchio elementare per la rilevazione della radioattività nelle zone contaminate, che può essere considerato una riedizione della celebre macchina fotografica a cassetta.

L'apparecchio è costituito da una cassetta di piombo che utilizza all'incirca lo stesso principio ottico della primitiva macchina fotografica senza obiettivo. Oltre ad individuare fonti di radiazioni nucleari troppo deboli per essere misurate dagli strumenti scientifici ordinari, l'apparecchio può riprendere fotografie degli oggetti contaminati senza le caratteristiche sfocature che appaiono nelle immagini impressionate con macchine ordinarie.

La nuova macchina è provvista di due pellicole, una ordinaria e l'altra sensibile ai raggi X. *(u. s.)*

Realizzata negli Stati Uniti una pila a secco ricaricabile

Dopo cinque anni di ricerche, l'« U. S. Naval Ordnance Laboratory » ha messo a punto un nuovo tipo di pila, capace di erogare circa 10 mA ad una tensione di 0,9 V, dopo parecchi anni di funzionamento a regime ridotto e, precisamente, da 0,1 a 30 μA.

Tale pila presenta inoltre il vantaggio di poter essere ricaricata anche se lasciata scarica per un lungo periodo di tempo ed in condizioni di temperatura estremamente dure, per esempio, dopo essere stata lasciata scarica per un anno ad una temperatura ambiente di 70° C.

Questa miracolosa batteria, che ha delle dimensioni molto ridotte, è essenzialmente costituita da un catodo di argento e da un anodo di protossido di piombo agglomerato (Pb O).

L'elettrolito è costituito da una soluzione al 40% di potassio immobilizzato in un prodotto assorbente, separato dal depolarizzante da uno strato poroso di cloruro di polivinile.

La forma della pila è circolare e le sue dimensioni sono le seguenti: diametro 30 mm — altezza 13 mm.

La reazione elettrochimica teorica può essere così espressa:

$(PbO + 2Ag + H_2O \rightarrow Ag_2O + Pb + H_2O)$

La f. e. m. della pila è di 0,9 V, la sua capacità di 1,5 Ah e la sua carica deve effettuarsi ad una tensione costante di 1,12 V ± 0,03 V.

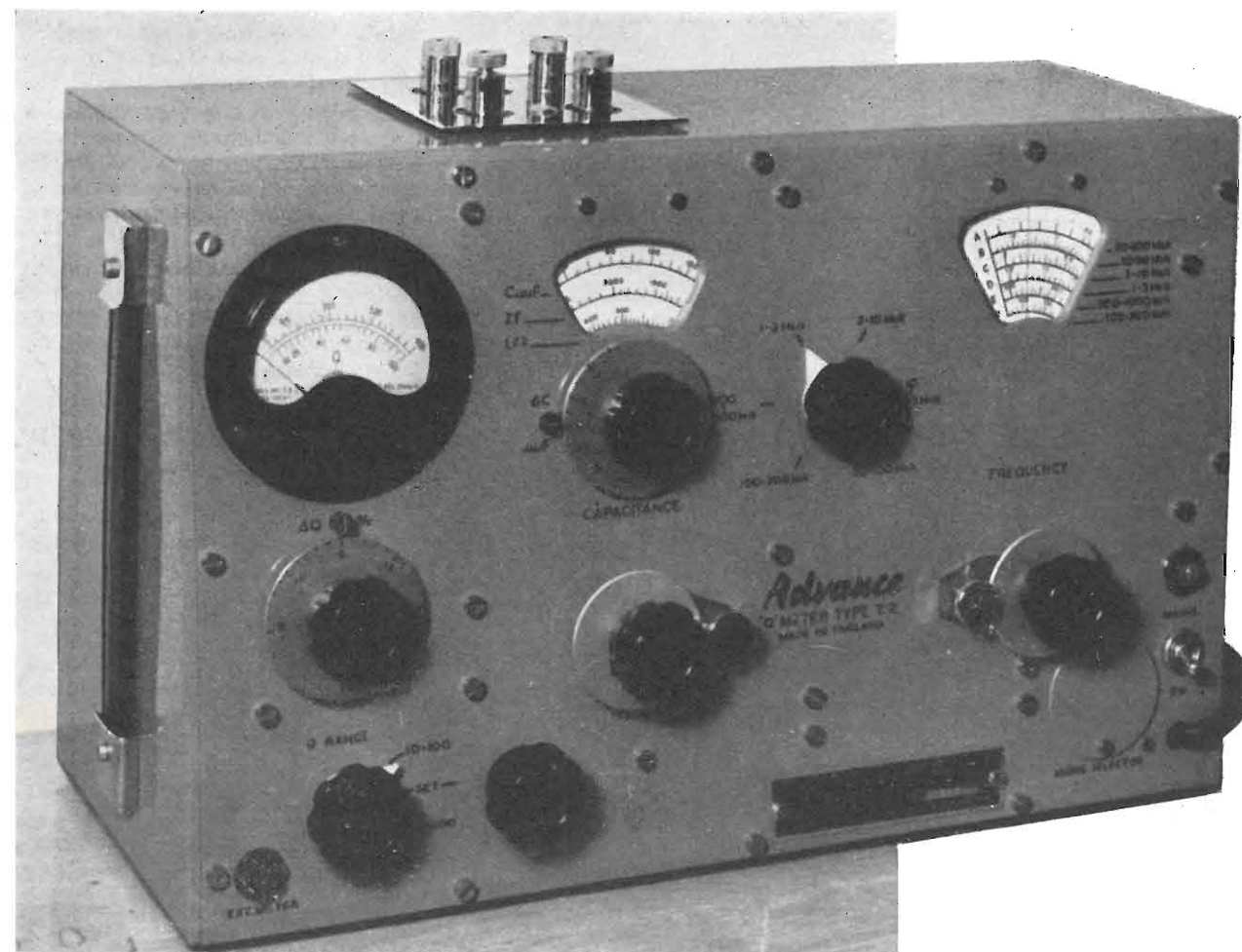
La Società americana Mallory ha iniziato la sua fabbricazione. *(u. p.)*

Nuova cellula fotoelettrica a stronzio-90

La Westinghouse Electric Corporation ha ideato un nuovo tipo di cellula fotoelettrica, più comunemente definita « occhio elettrico », che ricorre all'impiego di una fonte di radiazioni nucleari in sostituzione della fonte luminosa sinora utilizzata.

Come è noto, gli attuali « occhi elettrici » sfruttano il fenomeno della resistività elettrica che diminuisce sotto l'influenza di un raggio luminoso; essi sono correntemente impiegati per l'interruzione automatica di circuiti elettrici ed elettronici ed hanno numerose applicazioni domestiche ed industriali.

Il nuovo dispositivo adopera un piccolo quantitativo di stronzio-90, uno dei più noti radioisotopi, per inviare un fascio invisibile di radiazioni ad una cellula fotoelettrica che provvede a trasformarlo in corrente elettrica. Esso non risente, per le sue caratteristiche peculiari, delle particolari condizioni ambientali, quali la presenza di fumo o di polvere, che influiscono negativamente sull'impiego delle cellule fotoelettriche ordinarie in alcune applicazioni pratiche.

La Westinghouse, nel dare l'annuncio del nuovo ritrovato, ha precisato che esso presenta un più elevato grado di affidamento, può funzionare più a lungo senza revisione o manutenzione ed è sensibile a radiazioni che non sono percepite dalla retina dell'occhio umano. *(u. s.)*

Un Qmetro per Misure da 100 kHz a 100 MHz*

Si tratta di uno strumento che riunisce interessanti caratteristiche di praticità e versatilità d'impiego, in particolare la facilità di procedere a misure di frequenza, capacità e induttanza.

Generalmente i *Q*-metri coprono le bande di frequenza dai chilohertz ai megahertz con due distinte esecuzioni l'una dai 100 kHz ai 30 MHz e l'altra dai 30 ai 400 ÷ 500 MHz.

Queste limitazioni sono imposte dalle diverse condizioni di lavoro dei circuiti alle varie frequenze, condizioni che sopratutto rendono arduo il problema dell'accoppiamento tra il circuito di sintonia sotto misura ed il generatore di radio frequenza.

D'altra parte la banda utilizzata in pratica nella maggior parte dei casi non supera come frequenza massima i 100 MHz.

Evidentemente tenendo conto di questo fatto l'Advance ha approntato questo modello T2E che permette il lavoro appunto nella banda 100 kHz 100 MHz. Questi limiti veramente estesi di lavoro sono stati possibili grazie ad un indovinato sistema di accoppiamento costituito da una spira di ridotta induttanza il cui tratto estremo del lato freddo permette di calibrare con sicurezza la radiofrequenza che viene immessa nel circuito sotto misura.

Altre interessanti caratteristiche dello strumento sono la facilità nella determinazione della frequenza, capacità con fattore di potenza, induttanza oltre che nella misura del *Q*. Lo strumento non richiede con ciò l'impiego di personale particolarmente specializzato per le misure. Queste sono estremamente stabili e sicure grazie ad una innovazione nel circuito di misura della tensione alternata ai capi del circuito oscillante. Non si fa qui uso infatti di uno dei normali voltmetri a valvola in c.c. da collegare dopo il rivelatore a diodo ma di un semplice amplificatore in c.a. controreazionato di corrente che amplifica la bassa frequenza (otte-

(*) Il Q-metro tipo T2E, qui descritto, è costruito dalla Advance Components Limited di Ilford, Essex.

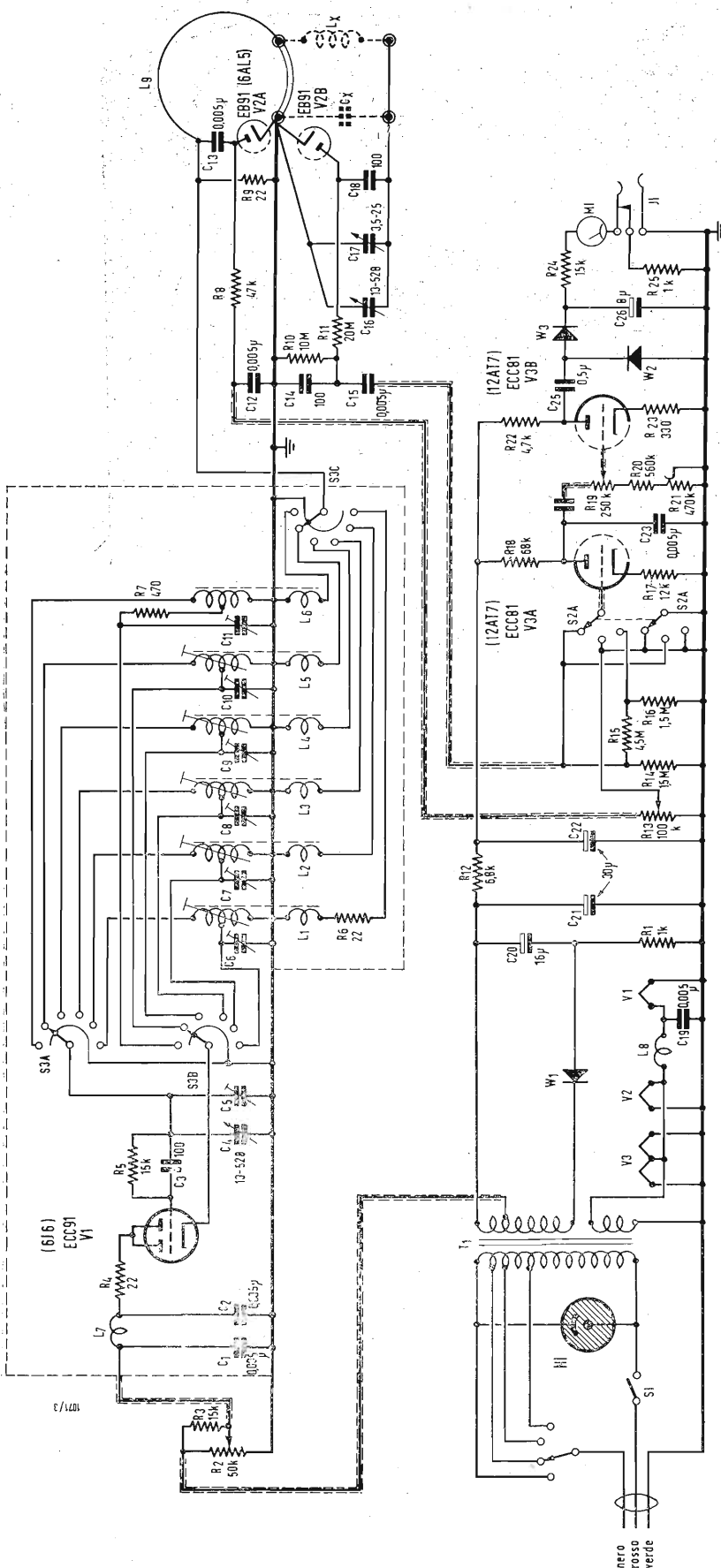



Fig. 2 - Schema elettrico quotato del Q-metro T2 della Advance Components Ltd.

nuta per rivelazione) con cui viene modulato l'oscillatore a radio frequenza. Nel nostro caso si tratta di alimentare questo stadio in c.a. a 50 Hz.

Si evitò così con l'amplificazione in c.a. ogni regolazione di zero richiesta nell'amplificatore in c.c. ed implicitamente con questo una possibilità di errore. La manovra dello strumento diviene così molto più pratica.

Tutti questi particolari nuovi ed intelligenti non mancheranno di interessare, riteniamo, i nostri lettori che vedranno così allargato ancora di più il loro orizzonte circuitale.

1. - LE CARATTERISTICHE DELLO STRUMENTO.

Il generatore di radiofrequenza si estende con sei bande nel campo:

100 ÷ 300 kHz	3 ÷ 10 MHz
300 ÷ 1000 kHz	10 ÷ 30 MHz
1 ÷ 3 MHz	30 ÷ 100 MHz

La taratura di scala permette di scegliere la frequenza desiderata con una precisione dell'1 %.

Un comando situato sotto la scala e raggiungibile tramite una finestrella permette un ritocco di taratura.

Il condensatore di sintonia è da 40 ÷ 550 pF ± 2%. Un comando concentrico a quello del condensatore variabile principale permette una regolazione Verniero con una capacità di 2,5 pF. La scala del condensatore è tarata sia in pF che in Zf (4000 ÷ ÷ 300 [Ω, MHz]) ed Lf^2 (600 ÷ 5 [μH, MHz]), fattori che permettono la misura di impedenza e di induttanza.

1.0.1. – La misura del fattore di merito viene eseguita per lettura diretta sulla scala dello strumento nelle due scale 10-100 e 40-400.

La scala riporta pure una lineetta in rosso per la taratura del livello di radiofrequenza dell'oscillatore.

Il controllo di questo livello va effettuato ogni volta che ci si sposta con la frequenza di misura, spostando l'apposito commutatore S_2 sulla posizione centrale. Sulle altre due si sceglie la portata desiderata di fondo scala.

Con alte induttanze sotto misura e alto fattore di merito (Q) può farsi sentire l'influenza dei 20 MΩ di carico che presenta il circuito di rivelazione su cui si deve chiudere il diodo rivelatore.

Le letture della scala permettono però di introdurre una correzione secondo la seguente espressione.

$$\textit{lettura reale di } Q = \frac{Q \times 20\ \text{M}\Omega}{20\ \text{M}\Omega - Q \times Z}$$

ove Q è il fattore di merito misurabile e Z l'impedenza in ohm rilevabile della scala Zf.

La precisione di lettura del fattore di merito Q è del ± 10%. Nell'esecuzione della sintonia in pratica la tolleranza di lettura può arrivare all'1% (vale a dire ± 1 deviazione della scala) fino ai 50 MHz.

1.0.2. – La misura di induttanza dei componenti è facilitata dalle indicazioni delle scale riportate assieme a quella relativa alla capacità di accordo del condensatore di sintonia.

Si collega infatti l'induttanza ai terminali contrassegnati con INDUCTANCE.

Si regola poi il livello dell'alta frequenza e si esegue la risonanza in corrispondenza del massimo di deviazione dello strumento del Qmetro. Nel caso che la sintonia venga eseguita spostando il comando di frequenza oltre a quello di capacità occorrerà ritoccare il comando di frequenza e oltre a quello di capacità occorrerà ritoccare il comando di livello di radio frequenza. L'impedenza del componente viene ricavata dalla relazione:

$$Z = \frac{1}{2\,\pi f C} \quad \text{ove}$$

f = frequenza di risonanza in hertz;
C = capacità in farad;
Z = impedenza in ohm.

Per semplificare il calcolo la scala del condensatore variabile è calibrata in Zf cioè in

$$\frac{10^{-6}}{2\,\pi\, C}$$

In tal modo l'impedenza Z diviene eguale a:

$$Z = \frac{\textit{lettura sulla scala } Zf}{\textit{frequenza in } [\text{MHz}]}$$

Se, ad esempio, la frequenza è di 1,8 MHz e la lettura sulla scala Zf è di 570, l'impedenza sarà $= \dfrac{570}{1{,}8} =$ = 317 Ω.

Allo stesso modo il calcolo per l'induttanza in microhenry può venir ottenuta dividendo la lettura per il quadrato della frequenza in MHz.

Così se la frequenza è di 2,8 MHz e la lettura di 245 l'induttanza diviene

$$\frac{245}{2{,}8^2} = 31{,}3\ \mu\text{H}.$$

La precisione di questo tipo di misura dell'induttanza è del ± 5%.

L'induttanza residua del circuito è di 0,03 μH.

1.0.3. – La misura di capacità è semplicissima. Qualsiasi valore di capacità minore di 500 pF può venir rilevato per sostituzione.

Si collega un'induttanza (preferibilmente di Q elevato) ai terminali « Lx » di misura. Si collega quindi la capacità sotto misura ai capi dei terminali « Cx » e si esegue la risonanza con un ridotto valore di capacità del condensatore variabile e si legge il valore di capacità.

Ciò fatto si toglie la capacità sotto misura e si ottiene di nuovo la risonanza con la sola capacità del condensatore variabile naturalmente senza che la frequenza venga ad essere variata.

La differenza tra quest'ultimo valore di capacità ed il precedente fornisce quello relativo alla capacità sotto misura.

Il fattore di potenza della capacità è dato dall'espressione:

$$\text{fattore di potenza}: \frac{Q_2 - Q_1}{Q_2 \times Q_1}$$

ove: Q_1 è il valore di Q letto con la capacità inserita; Q_2 il secondo valore di Q ottenuto con la sola capacità del condensatore variabile.

Si possono impiegare anche altri metodi di misura. Questi però comportano variazioni di frequenza ed in questo caso si deve tener conto della capacità distribuita tra le spire dell'induttanza.

Per il paragone di induttanze o fattore di merito si collega l'induttanza campione ai terminali « Lx » e con i comandi $\angle Q$ [%] e ΔC [pF] in posizione di zero si fa la risonanza nel solito modo per la frequenza stabilita.

Una volta scelta la scala di Q più adatta (10 ÷ 100 o 40 ÷ 400) si porta la lettura ad un valore di comodo agendo unicamente sul comando di livello. Si cura che questa risonanza capiti con il condensatore di Verniero in posizione zero.

Ciò fatto si inserisce la bobina sotto controllo al posto di quella campione ai terminali « Lx » e si agisce sul condensatore di Verniero per il ritocco della sintonia. Si ritocca poi il valore di Q riportandolo al livello relativo alla bobina campione con il comando « Q % ».

La lettura sulla scala di questo comando indicherà di quanto, in percentuale, la bobina sotto misura differisce come Q da quella campione. La lettura invece sul condensatore variabile di verniero dà un'idea della variazione in induttanza.

Come si vede questi comandi permettono che lo strumento venga maneggiato anche da personale non specializzato.

Se il caso, uno jack permette di spostare a parte nel luogo più conveniente l'indicazione del fattore di merito tramite uno strumento esterno raccordato con cavo al Q-metro. (100 μA fondo scala con 1000 Ω di resistenza interna).

1.0.4. – Le valvole impiegate sono le seguenti:

1 — ECC91 (6J6)
1 — EB91 (6AL5)
1 — ECC81 (12AT7)

— L'alimentazione avviene tramite la rete in c.a. con cambio tensione universale per un consumo massimo di 20 W.

Fig. 3 - Schema funzionale del Q-metro T2.

— Le dimensioni sono di 26 cm di altezza per 39 cm di larghezza per 16,5 cm. di profondità con un peso di 6,5 kg.

— Per una buona manutenzione dello strumento è importante che i contatti dello strumento vengano particolarmente curati e con essi venga mantenuta pulita la superficie del materiale isolante con cui sono fissati.

2. - LO SCHEMA ELETTRICO.

In fig. 2 e 3 sono riportati rispettivamente lo schema generale e di principio dello strumento.

Lo strumento come indica la fig. 3 è esclusivamente composto da:

— un generatore di radiofrequenza
— un complesso di sintonia
— un amplificatore di bassa frequenza con rivelatore e strumento
— un amplificatore.

L'oscillatore, convenientemente schermato è del tipo ad accoppiamento elettronico (ECO). Una presa sulla bobina di sintonia permette infatti al circuito catodico di introdurre la necessaria reazione.

Vengono impiegate le due sezioni in parallelo di una 6J6 alimentata da una tensione continua modulata al 50% con una tensione alternata a 50 Hz.

Il controllo (comando SET LEVEL) di livello regola la tensione anodica.

Un circuito di filtro costituito da una induttanza e da due condensatori da 5.000 pF permette di eliminare ogni traccia di radio frequenza, mentre una resistenza da 22 Ω riduce il pericolo di oscillazioni parassite. Ogni bobina è munita di nucleo in poliferro e di un compensatore con cui si provvede all'allineamento.

Un commutatore a 3 vie 6 posizioni permette la commutazione del circuito catodico, di quello di griglia e di un avvolgimento di accoppiamento al circuito di sintonia. Allo scopo evidente di evitare inneschi o risonanze non desiderate il commutatore cortocircuita a massa i collegamenti relativi a tutte le bobine ad esclusione di quelli relativi alla banda scelta.

L'avvolgimento di accoppiamento della bobina L_1 reca in serie una resistenza da 22 Ω verosimilmente per ridurre ad un valore opportuno l'ammontare della radiofrequenza. Il circuito di uscita del commutatore S_{3c} viene accoppiamento ad un partitore induttivo composto da una corta spira parte della quale costituisce la giunzione metallica tra i terminali freddi del Qmetro. È questo un elemento che, pur introducendo una quantità assolutamente trascurabile di perdite data la ridottissima resistenza ohmica, permette la facile introduzione di una quantità tarata di Radiofrequenza nel circuito di misura. Come abbiamo già detto l'induttanza residua è ridottissima di 0,03 μH.

Ai capi della corta spira viene disposto il circuito di un diodo rivelatore che si chiude dal punto di vista elettrico su di un potenziometro da 100 kΩ.

Un filtro *RC* costituito da una resistenza da 50 kΩ e da un condensatore da 5.000 pF permette di filtrare la radiofrequenza.

Ai capi del condensatore variabile di sintonia è disposto il diodo di rivelazione accoppiato al polo caldo con un condensatore da 100 pF a mica argentata. Il segnale rivelato viene ridotto di valore e filtrato da un partitore di 20 + 10 MΩ ed un condensatore di filtro pure da 100 pF di mica argentata.

Entrambe le rivelazioni sia di calibrazione che di misura danno luogo all'uscita tramite cavetto schermato verso l'amplificatore di in segnale di bassa frequenza a 50 Hz frutto della modulazione introdotta nell'oscillatore con l'alimentazione della rete.

La commutazione di scala dalla portata 10 ÷ 100 di *Q* ai 40 ÷ 400 viene realizzata con un partitore in rapporto 1 ÷ 4 (4,5 MΩ su 1,5 MΩ). La posizione di calibrazione come commutazione è stata posta per evidenti motivi di comodità tra le due portate.

Tutta la taratura dello strumento viene riportata così alla regolazione in sede di collaudo del potenziometro da 0,1 MΩ del SET LEVEL (R_{13}).

L'amplificatore è composto da due valvole (due sezioni di una 12AT7 che amplificano il segnale e lo passano ad un circuito di rivelazione che alimenta lo strumento di misura.

In tutto due triodi ciascuno dei quali stabilizzato con 6 dB di controreazione di corrente. È evidente il vantaggio pratico che si ottiene con questa elegantissima disposizione circuitale della Advance che elimina del tutto il problema del voltmetro a valvola in c.c. per la comodità di un circuito in c.a. ed a banda molto stretta. Dalla placca del; primo triodo infatti è derivato verso massa un condensatore da 5000 pF che taglia decisamente ogni amplificazione per le note acute. Unico inconveniente del circuito quello di dover difendersi da segnali spuri provenienti dalla rete a 50 Hz. Ma per questo non si presentano difficoltà fato che l'amplificazione dei due stadi è modesta.

Tra i due stadi è disposto un potenziometro che regolando l'amplificazione permette la lettura della percentuale di *Q* per paragone.

Il partitore semifisso da 470 kΩ (R_{21}) permette la taratura di questo potenziometro di « % Q ».

Il Jack di uscita permette l'alimentazione di uno strumento esterno purchè regolato per 100 μA e 1000 ohm di resistenza.

L'alimentatore è tutt'altro che convenzionale. Il cordone di alimentazione prevede tre fili: due di rete ed uno di massa. Un cambia tensioni rende lo strumento adattabile a qualsiasi tensione di rete.

Un piccolo bulbo al neon fa da lampada spia. Tutti i filamenti sono alimentati con un capo a massa e l'altro al 6,3 V tranne la 6J6 che ovviamente viene alimentata tramite una piccola induttanza ed un condensatore da 5000 pF.

Per l'alta tensione si impiega un diodo al selenio da 125 V 30 mA chiuso verso massa tramite una resistenza da 1000 ohm.

Il secondario A.T. fornisce così una tensione cantinua base cui viene soprapposta (scelta di valore opportuno con una presa) un'alternata a 50 Hz che permette di modulare al 50% il segnale dell'oscillatore di alta frequenza.

Due condensatori da 30 + 30 μF ed una resistenza da 7 kΩ permettono di filtrare la tensione anodica. *

REGISTRAZIONE DELLE INFORMAZIONI PRESENTATE DA UN TUBO A RAGGI CATODICI.

In Gran Bretagna si è risolto il problema relativo alla registrazione permanente e alla proiezione delle informazioni presentate dai tubi a raggi catodici con un proiettore fotografico a processo di sviluppo rapido.

Progettata con la collaborazione del Ministero dei Rifornimenti, questa attrezzatura, che da qualche tempo viene prodotta in serie, sta incontrando notevole successo negli Stati Uniti, ove viene usata per lo studio e la risoluzione dei problemi riguardanti il controllo dei traffici aerei mediante radar, nonchè per la registrazione dei dati forniti dalle calcolatrici ad alta velocità e delle informazioni provenienti dai tubi a raggi catodici.

Tre di questi proiettori sono stati nstallati presso il Centro Sviluppo Tecnico di Indianapolis della « Civil Aeronautics Administration ». La detta attrezzatura proietta le informazioni provenienti da due sistemi radar, situati ad un'ottantina di chilometri di distanza.

Viene fatta una registrazione fotografica della superficie del tubo; essa viene sviluppata dall'attrezzatura in questione, ed è poi proiettata su di uno schermo di ampie dimensioni. Il processo di sviluppo può essere effettuato in soli 6 secondi. La pellicola si conserva indefinitamente.

Sia il tipo di pellicola che il sistema di sviluppo sono stati ideati in Gran Bretagna.

La pellicola, da 35 mm, può essere ottenuta con immagine positiva o negativa, a seconda delle varie esigenze.

L'attrezzatura è stata usata generalmente con tubi a raggi catodici di tipo convenzionale ed è adatta ad un radar-indicatore panoramico su tubo a lunga persistenza o qualsiasi altro genere di presentazione, come, per esempio, le immagini istantanee.

Le grandi possibilità inerenti a quest'attrezzatura sono state studiate estensivamente. È stata raggiunta un'esperienza della massima utilità in numerose applicazioni civili, come il controllo dei traffici aerei e marittimi; e, unitamente a calcolatrici elettroniche, i progetti relativi alle ricerche e all'industria.

Quest'attrezzatura, che si presenta in forma compatta ed è del tutto automatica, può usare nastri di pellicola della lunghezza di 300 m; ciò significa che, alla velocità normale di 4 esposizioni al minuto, può essere usata in modo continuo per circa ventiquattr'ore. (u.b.)

Suono tridimensionale: esperimenti della BBC

La BBC sta effettuando nella zona di Londra trasmissioni sperimentali con suono stereofonico. Gli esperimenti vengono svolti dopo il Programma Nazionale e il III Programma e quando il servizio televisivo è terminato, ma viene reso chiaro che non vi è alcuna intenzione per il momento di introdurre questo sistema come parte del normale servizio di radiotrasmissione.

Questa nuova tecnica radio di suono tridimensionale cerca di conseguire una molto più realistica impressione del suono, in maniera analoga al maggior realismo della tecnica tridimensionale ora applicata al cinema. L'obiettivo è di dare più profondità al suono — come se chi parla si trovasse nella stessa stanza dell'ascoltatore.

Il suono tridimensionale, viene generalmente convenuto, sarà particolarmente utile alle radiotrasmissioni di musica, ed un critico radio, che ha assistito agli esperimenti della BBC, commenta: « Musica e cantanti erano separati e raggruppati come se stessimo ascoltando in una sala da concerti ». Egli ha aggiunto di aver sentito « in un sorprendentemente realistico suono in 3D » un ferry-boat e una ferrovia sotterranea di New York, un pezzo di opera tedesca, delle trombe e della musica da ballo.

In questi esperimenti la BBC usa due separati canali trasmittenti e riceventi in maniera che quando uno è collegato a un altoparlante e il secondo a un altro, a una certa distanza l'uno dall'altro, l'ascoltatore ha l'impressione del suono in 3D. (*u. b*).

Guinea Spagnola

Una nuova stazione « Radio Calatrava » opera su approssimativi 6680 kHz ed è udibile dalle 20.30 alle ore 22.00 circa.

Isole Canarie

Radio Club de Tenerife in Santa Cruz de Tenerife trasmette dalle ore 18.00 alle ore 19.00 e dalle ore 22.00 alle ore 24.00 su 7295 kHz (EA8AB - 0,25 kW). La stazione operante ad onda media trasmette dalle ore 13.00 alle ore 18.00 su 1412 kHz. Musica folkloristica viene trasmessa dalle ore 23.00 alle ore 24.00 di ogni lunedì.

Isole del Capo Verde

Dalle Isole del Capo Verde sono tre le stazioni attualmente in funzione: 1) Radio Club de Mindelo (Mindelo) 4755 kHz (CR4AB - 0,6 kW): 19.30-21.00; 2) Radio Club de Cabo Verde (Praia) 3960 kHz (0,4 kW) 21.00-23.00; 3) Radio Barlavento (Mindelo) 3960 kHz - 1 kW) 23.00-01.00.

Isole Maurizio

La stazione « Mauritius Broadc. Service » è in aria su 15062 kHz: (1,5 kW) Feriali: 04.00-05,15; 09.00-10.30; Domenica: 04.00-09.30. Su 1364 kHz (5 kW). Feriali: 04.00-05.15; 08.45-11.00; 14.00-18.30. Domenica: 04.00-10.15. Notizie in lingua Francese 04.30-04.45; 08.15-08.30 (Domenica); 09.30-09.35; 16.00-16.15; 17.25-18.30 (solo su onde medie). Notizie in Inglese 05.00-05.15. La stazione dovrebbe operare presto con la potenza di 10 kW.

Israele

Il programma italiano trasmesso da Radio Israele « Kol Zion Lagola » è trasmesso al Sabato dalle ore 21.45 alle ore 22.00.

Israele

Un nuovo trasmettitore di 100 kW è ora in aria su 737 kHz (4XB34) dalle ore 05.30-06.15, 12.30-13.30, 16.30-20.45 con programmi in arabo per il medio oriente.

Laos

« La Radiodiffusione Nazionale del Laos », che trasmette in Vientane, è in aria dalle ore 01.00-02.00; 06.00-07.00; 12.00-14.00 in Laoziano su 6130, 7145 kHz (entrambe di 1 kW). In lingua francese dalle ore 14.00 alle ore 15.00 ed in siamese dalle ore 14.15 alle ore 14.30 sulle stesse frequenze. Giornalmente viene trasmessa una lezione di lingua inglese di 15 minuti dalle ore **02.30 alle ore 02.45.**

Libia

La trasmissione del programma inglese di Radio Bengasi « The Forces Broadc. Station » avviene alle seguenti ore: 13.30-18.30 su 7220 kHz e 18.30-32.00 su 3305 kHz.

Lussemburgo

Il programma in lingua tedesca di Radio Lussemburgo dalle ore 14.00 alle ore 1.800 (Domenica 15.00-18.00) verrà irradiata anche su onde corte di metri 49,26 (6090 kHz).

Mauritania

Radio Mauritania di San Louis (Senegal) è in aria con un trasmettitore di 4 kW su 6045 kHz dalle ore 20.00 alle ore 23.00 con un programma in Mauritano e Arabo. Notizie in lingua Araba alle ore 20.10.

Monaco

Radio Montecarlo emette al martedì mattino un programma a carattere religioso in lingua italiana denominato « Franco ed Ernesto » dalle ore 06.37 alle ore 06.57. Altro programma in lingua Italiana va in onda al venerdì « Parole di Vita » alle stesse ore. Radio Montecarlo è ricevibile anche ad onde medie al mattino in buone condizioni di ricezione ma meglio su onde corte: 49,71 e 42,02.

Mozambico

È stata inaugurata una nuova emissione in lingua francese la domenica dalle ore 09.30 alle ore 20.30 su 19,87 m (15100 kHz) destinata ai paesi di lingua francese del centro dell'Africa.

Portogallo

La « Emissora Nacional » ha cambiato la propria frequenza di 11996 kHz in 6373 kHz nel programma dalle ore 19.00 alle ore 01.00 (in relais con il programma casalingo).

Radio Tunisia

Le emissioni di Radio Tunisi in lingua francese hanno luogo sulla frequenza di 962 kHz (312 m) — al posto di 476,9 m — con la potenza di 20 kW. L'orario attuale di emissione è il seguente: 06.30-08.00; 12.00-14.00; 18.30-22.45 nei giorni feriali ed alla domenica dalle ore 07.00 alle ore 23.00.

Svizzera

I programmi provenienti da Radio Berna sono interessantissimi e di buon ascolto in Italia. Diamo un elenco dei programmi in lingua Francese:

Ore	Giorno					Destinazione
00.45-01.45	Martedì	19,60	25,28	31,46		verso l'America del Sud.
03.15-04.15	Martedì	25,28	31,04	31,46	48,60	verso l'America del Nord.
07.00-08.00		31,46	48,66			verso l'Europa.
07.10-07.50	Domenica	13,94				verso l'Africa.
09.00-10.00	Martedì	11,70	16,87	25,28		verso l'Oceania.
12.45-13.00		31,46	48,66			verso l'Europa.
		11,70	13,94			verso l'Africa.
14.30-15.30	Martedì	13,88	19,60			verso Sud-Est Asia.
16.30-17.30	Martedì	13,94	16,87			verso l'Africa del Sud.
16.30-17.30	Martedì	13,88	25,28			verso l'India e Pakistan.
18.30-19.30	Martedì	16,93	25,28			verso il Medio Oriente.
18.35-19.30		31,46	48,66			verso l'Europa.
18.30		13,94	16,87			verso l'Africa (Mart.-Giov.-Sab.).
19.00	Domenica	13,94	16,87			verso l'Africa.
20.00-21.00	Lunedì	31,46	48,66			verso l'Europa.
		13,94	16,87			verso l'Africa.
20.00-22.30	Martedì	31,46	48,66			verso l'Europa.
		13,94	16,87			verso l'Africa.
20.00-22.30	Mercoledì	31,46	48,66			verso l'Europa.
		13,94	16,87			verso l'Africa.
20.30-21.30	Lunedì	31,94	41,61			verso Gran Bretagna e Irlanda.
22,30-23,20		31,46	48,66			verso l'Europa.
		13,94	16,87			verso l'Africa.
22.30-23.00	Lunedì	25,28	31,04			verso Portogallo e Spagna.

Notizie sull'ascolto dovranno essere trasmesse direttamente alla Radio Svizzera - Servizio ad Onde Corte - 23 Neuengasse - Berna.

Tunisia

Radio Tunisi viene schedata come segue: 962 kHz (Arabo) dalle 05.00-08.00, 12.00-14.00, 18.30-23.00; 629 kHz (Francese) 06.30-08.00, 12.30-14.00, 18.30-23.15.

Repubblica Araba Unita

Il Cairo ha abbandonato la frequenza di metri 16,73 ed ha ripreso le proprie emissioni su 25,02 trasmettendo il proprio programma in lingua francese dalle ore 20.00 alle ore 21.00. La ricezione di questa emissione è potente ma disturbata fortemente da disturbi provocati ad arte che rendono la ricezione penosa. D'altro canto il disturbo sulle onde corte è diventato un sistema e si può mettere in dubbio benissimo la maturità politica di chi è interessato ad effettuarlo.

Repubblica Dominicana

Le seguenti stazioni della Repubblica Dominicana trasmettono sulle frequenze loro assegnate:

H I 5 C su 4875 kHz
H I 1 Z su 6115 kHz
H I 1 R su 6175 kHz

Sierra Leone

La « Sierra Leone Broadcasting Service » da Freetown emette su 3316 kHz (90,56 m - 5 kW) dalle ore 07.45-09.00; 17.45-23.00.

Spagna

Radio Madrid trasmette ora il suo programma diretto all'Europa sulle frequenze di 9363 e 7100 kHz dalle ore 21.20 alle ore 23.00. La frequenza di 9585 kHz è stata abbandonata. Viene anche adoperata la frequenza di 6130 kHz. Il programma diretto al Sud America delle ore 23.15 viene tramsesso sulle frequenze di 9363, 9685, 11815 kHz.

Spagna

« Radio Nacional » di Madrid irradia un programma diretto all'Argentina dalle ore 24.00 alle ore 00.45 su 9695 kHz e 15420 kHz. Il programma diretto all'America Latina dalle ore 23.15 su 9360 e 11825 kHz è anche irradiato sulla frequenza di 9695 dalle ore 24.00. Il programma interno è collegato anche alle onde corte dalle ore 09.00 alle ore 01.00 su 5995 kHz (o 6000 kHz!).

Svezia

La Radio Svedese ha ripristinato l'anziana trasmissione in lingua tedesca delle ore 21.00 su 49,46 m (6065 kHz) spostandola dalle ore 22.30 alle ore 23.00. Nell'occasione è stata instaurata una emissione in lingua francese dalle ore 23.00 alle ore 23.30 diretta verso l'Europa e ripetente l'emissione delle ore 20.15-20.45; ricezione buona malgrado il leggero disturbo provocato da Radio Sofia (49,42 m), che trasmette anche in francese dalle ore 22.15 alle ore 22.45. Questa emissione può essere presa a riferimento per l'ascolto della trasmissione svedese.

U.R.S.S

conoscono le esatte frequenze sulle quali vengono irradiati i notiziari dell'Agenzia Editoriale TASS di Mosca, esse sono:
4310, 4395, 4635, 4670, 5190, 5210, 5780, 5830, 6665, 6930, 7100, 7462, 7650, 7750, 8645, 91,45 9760, 9850, 10790, 12030, 12060, 12220, 12280, 12325, 13400, 14690, 14950, 15040 kHz.
Non si conoscono le esatte ore di trasmissione.

Uruguay

« Radio Sarandi » su 15385 (CXA 60) trasmette verso l'Europa al sabato ed al giovedì dalle ore 23.00 alle ore 23.45. (Micron)

PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO E CRITERI DI PROGETTAZIONE DEI COMPONENTI PER IMPIANTI DI ALTA FEDELTA'

Considerazioni sui Criteri di Progettazione degli Altoparlanti

(parte prima di due parti)

dott. ing. Pierantonio Cremaschi

NELLA serie di articoli riguardante i criteri di progettazione dei componenti per impianti ad alta fedeltà, dopo la parte I riguardante i trasformatori, seguono le parti che trattano degli altoparlanti, dei mobili per altoparlanti, con particolare riguardo ai mobili bass-reflex, e dei microfoni. Queste parti trattano di argomenti che appartengono ad un campo che non è propriamente quello dell'elettronica, come invece erano gli argomenti trattati nella parte I sui trasformatori, ma appartengono invece più esattamente all'acustica.

Essendo la maggioranza dei nostri lettori dei tecnici e degli appassionati di elettronica, è naturale che la maggior parte di essi non abbia delle nozioni molto approfondite nel campo dell'acustica. Perciò al fine di permettere a tutti i lettori della rivista « l'antenna » la completa comprensione di queste parti, l'autore ha ritenuto assolutamente indispensabile richiamare alcune nozioni di acustica con particolare riguardo all'elettro-acustica. Le nozioni di acustica verranno esposte durante lo svolgimento degli articoli stessi.

1. - GENERALITÀ SULL'ACUSTICA.

L'acustica è quella parte della fisica-matematica che studia la propagazione delle onde sonore e di tutti i fenomeni ad esse connessi.

L'elettro-acustica è una materia recentemente sviluppata e che trova il suo fondamento oltre che nelle teorie fisico-matematiche anche nelle teorie dell'elettrotecnica e dei fenomeni elettronici.

Le teorie ed i problemi dell'elettrotecnica e dell'elettronica, sviluppatesi a parte, hanno permesso, per analogia, una più rapida soluzione dei problemi di acustica ed un più rapido svilupparsi delle teorie dell'acustica. Inoltre i sistemi acustici e quelli elettrici sono spesso fra loro intimamente collegati; si hanno dei circuiti elettrici e dei sistemi, detti anche « circuiti » acustici direttamente collegati fra loro tramite un sistema o « circuito » meccanico, tali da formare dei trasduttori elettro-acustici o elettro-meccano-acustici.

Si ricorda che i microfoni e gli altoparlanti sono dei trasduttori detti comunemente elettro-acustici, anche se in realtà elettro-meccano-acustici. Il primo trasforma l'energia delle onde sonore (acustica) in energia elettrica, i secondi trasformano l'energia elettrica in onde sonore. Lo studio del funzionamento di questi trasduttori richiede quindi la conoscenza non solo dell'elettrotenica ma anche dell'acustica. È necessario conoscere le leggi che governano la generazione e la propagazione in un mezzo delle onde sonore; è necessario conoscere quali sono le caratteristiche auditive dell'orecchio umano che vengono studiate dall'acustica fisiologica, è necessario indagare sul modo con il quale le sensazioni auditive arrivano al nostro cervello, studi questi che fanno parte della psico-acustica. In questo modo sarà possibile, nella progettazione degli altoparlanti e dei microfoni, avere presente lo scopo ultimo delle riproduzioni sonore di alta qualità, vale a dire quello di creare nell'ascoltatore delle sensazioni auditive assai simili a quelle della realtà. Lo studio del modo con il quale si crea in noi la sensazione auditiva e quali siano i fattori che la possano influenzare, esternamente dalle caratteristiche delle onde sonore, pone un complesso di problemi assai difficilmente affrontabili e per i quali occorrerebbe svolgere un vero trattato di psicologia.

Purtroppo non si potrà andare a fondo a questi interessanti argomenti nello svolgimento della presente serie di articoli, ma si spera di dare al lettore alcune nozioni che potranno poi essere opportunamente approfondite con l'aiuto della bibliografia che verrà riportata alla fine.

Si osservi che per elettroacustica non si intende propriamente la scienza che studia le trasformazioni elettro-acustiche, ma per elettro-acustica si intende la scienza che studia i fenomeni riguardanti l'acustica mediante impostazioni di calcolo che sono proprie dell'elettrotecnica. Si è, in poche parole, realizzata una analogia fra i sistemi acustici ed i sistemi elettrici in modo che i primi possano essere studiati mediante i secondi.

Non solo i principi teorici dell'elettrotecnica e dell'elettronica hanno aiutato ad impostare e quindi risolvere i problemi dell'acustica, ma è necessario ricordare che anche le applicazioni dell'elettrotecnica e dell'elettronica hanno avuto una enorme importanza nello sviluppo dell'acustica. Con l'avvento degli amplificatori a tubi elettronici è stato possibile effettuare delle misure delle grandezze acustiche con sufficiente precisione in modo da permettere una reale conferma dei risultati delle teorie svolte.

Infatti oggi i tecnici di elettroacustica hanno a disposizione degli strumenti di misura, per rilevare le caratteristiche delle onde sonore, di grande precisione anche se, purtroppo, assai complessi e costosi e di assoluta stabilità nel tempo. Una volta le sole orecchie potevano fornire indicazioni sulle caratteristiche delle onde sonore. Allora l'acustica era un'arte, oggi l'acustica, con l'avvento dell'elettroacustica, è diventata una vera scienza. Le sorgenti sonore, limitate ai fischi, ai gong, alle sirene, assai poco controllabili, sono oggi sostituite da altoparlanti speciali le cui caratteristiche possono essere variate facilmente e con grande precisione.

Non bisogna però dimenticare che nonostante la mancanza di strumenti opportuni di misura è stato lord Rayleigh a porre le basi delle teorie fisico-matematiche dell'acustica nei due volumi del suo trattato « Teoria del suono » apparso nella seconda metà del secolo scorso.

Le prime ricerche scientifiche nel campo dell'elettroacustica furono effettuate nei laboratori della nota società americana « Bell Telephone » ed avevano per scopo di migliorare l'intelligibilità dello scambio di informazioni nelle comunicazioni telefoniche.

L'acustica degli ambienti venne quindi studiata e non solo negli Stati Uniti, ma anche in Europa, specialmente in Germania. Dallo studio dell'acustica degli ambienti si è passati ovviamente agli studi di acustica riguardanti i materiali atti ad isolare gli ambienti stessi o comunque a modificare la propagazione delle onde sonore.

Attraverso gli studi condotti dalla « Bell Telephone » dal noto studioso Harvey Fletcher sui livelli sonori, sulle soglie di percezione e sui limiti di audibilità, l'acustica è passata dal campo scientifico a quello della medicina e della psicologia.

Si sono creati centri audiometrici nei quali vengono esaminate le caratteristiche auditive dell'orecchio umano mediante la determinazione delle soglie di percezione alle varie frequenze, al fine di correggere eventuali difetti con una opportuna protesi acustica.

Si è giunti così alla seconda guerra mondiale e fra i molti problemi di acustica venutesi a creare, vi fu ad esempio quello di rendere possibile una sicura conversazione negli aerei e nei vari mezzi mobili, dove è notevole il rumore di fondo ambientale. Questi scopi hanno portato alla creazione di numerosi laboratori di ricerche nel campo dell'acustica, divenuta, così, una scienza di importanza militare.

Oggi l'acustica è divenuta una scienza che interessa perfino ciascuno di noi nella nostra vita giornaliera. A tutti è noto quanto grandi siano i disturbi e perfino i danni prodotti dai rumori sul nostro sistema nervoso. Norme riguardanti i limiti di pericolosità dei rumori si stanno ora elaborando ma, data la difficoltà pratica di definire i limiti di tollerabilità dei vari tipi di rumori, la loro stesura è molto laboriosa.

Attraverso gli impianti ad alta fedeltà l'acustica è penetrata direttamente nelle nostre case. La perfezione di una riproduzione sonora dipende in gran parte dalla propagazione delle onde sonore emesse dagli altoparlanti. Di qui la necessità di uno studio approfondito del sistema acustico costituito dal mobile nel quale gli altoparlanti sono installati e dall'ambiente nel quale il mobile viene posto.

Lo studio degli altoparlanti, vale a dire, come già accennato, di quei trasduttori che trasformano la potenza elettrica in potenza acustica, e lo studio dei microfoni, vale a dire di quei trasduttori atti ad effettuare la trasformazione inversa, è la parte dell'acustica che interessa direttamente l'alta fedeltà. Per poter meglio comprendere la sopramenzionata parte dell'acustica, nel seguito verranno trattati anche i seguenti argomenti: le onde sonore e la loro propagazione in un mezzo, deduzione dell'equazione fondamentale della propagazione delle onde sonore piane, integrazione dell'equazione differenziale di propagazione delle onde sonore piane, analogie fra l'elettrotecnica e l'acustica, elementi dei sistemi acustici, irradiazione del suono.

2. - LE ONDE SONORE E LA LORO PROPAGAZIONE IN UN MEZZO.

Per onde sonore si intendono delle perturbazioni di natura meccanica che si propagano in un mezzo qualsiasi. Si consideri ad esempio la membrana vibrante di un altoparlante: le molecole dell'aria, nelle vicinanze della membrana stessa, subiscono degli spostamenti, sono soggette a delle velocità e a delle accelerazioni. La massa d'aria, nelle vicinanze dell'altoparlante, subisce, delle variazioni di pressione che vengono poi trasmesse alle masse d'aria circostanti. Le variazioni di pressione diminuiscono di intensità mano a mono che ci si allontana dalla membrana vibrante. La presenza delle onde sonore provoca quindi, nel mezzo in cui si propagano, delle compressioni e delle espansioni molto rapide. In termodinamica queste rapide variazioni di volume e di pressione nelle quali non si ha scambio di calore con l'esterno, vengono dette trasformazioni adiabatiche. Si ricorda che se invece queste espansioni e compressioni avvenissero lentamente, si avrebbero le trasformazioni isotermiche nelle quali il mezzo mantiene sempre la medesima temperatura in quanto vi sono degli scambi di calore con i mezzi circostanti.

È naturale che la propagazione del suono in un mezzo dipenda dalla elasticità del mezzo, e quindi la velocità di propagazione del suono dipende dal mezzo nel quale il suono si propaga. La velocità del suono nell'aria a 0° centigradi, per esempio, è data da circa 330 m/sec ed aumenta linearmente con l'aumentare della temperatura fino a 30° C, oltre 30° C la variazione risulta più complessa.

La velocità del suono in un mezzo omogeneo ed isotropo è data da: $v = \sqrt{\frac{E}{\varrho}}$ dove ϱ è la densità ed E il modulo di elasticità o di Young del mezzo nel quale il suono si propaga. Nella Tabella I sono riportati alcuni valori della velocità del suono in alcuni mezzi. Notare come nell'acqua marina la velocità del suono sia molto più alta di quella nell'aria. I valori riportati sono indicativi e rappresentano i valori medi a temperatura ambiente.

TABELLA I

Velocità in m/sec di propagazione delle onde sonore in vari mezzi, a temperatura ambiente normale. (Valori indicativi).

Mezzo	Velocità m/sec	Mezzo	Velocità m/sec
Aria	340	Rame	4000
Idrogeno	130	Ferro	5000
Vapor d'acqua saturo	410	Nichel	5000
Acqua marina	1500	Vetro	5000
Alcool	1300	Legno	4000
Alluminio	5100	Gomma	60

La velocità di propagazione del suono diminuisce con il diminuire dell'intensità per il campo delle frequenze acustiche (16 Hz ÷ 16000 Hz). Invece aumenta con il diminuire dell'intensità nel campo degli ultrasuoni.

In un punto qualunque del mezzo nel quale le onde sonore si propagano, si hanno delle variazioni di pressione rispetto alla pressione normale. Di qui i microfoni, così detti a gradiente (1) di pressione, nei quali le onde sonore vengono rivelate attraverso le variazioni di pressione.

Inoltre in un punto qualunque del mezzo, nel quale le onde sonore si propagano, le molecole sono soggette a delle velocità. Di qui i microfoni così detti a gradiente (1) di velocità.

Lo studio delle leggi che governano la propagazione del suono si può svolgere sia con l'aiuto del calcolo vettoriale che semplicemente con le funzioni scalari.

Nel seguito noi useremo solo le funzioni scalari, in quanto

(1) Si ricorda che per gradiente di una funzione si intende un vettore avente tre componenti che sono le tre derivate della funzione nelle tre direzioni principali dello spazio.

tratteremo solo il caso della propagazione delle onde sonore piane lungo una sola direzione. Le leggi trovate potranno poi essere estese al caso della propagazione delle onde sonore nello spazio tridimensionale mediante l'uso del calcolo vettoriale. Anche la propagazione del suono proveniente da una sorgente sferica, vale a dire da una sorgente sonora che emette onde sonore in tutte le direzioni, si effettua normalmente con l'aiuto del calcolo vettoriale. Questi studi non verranno riportati per brevità nelle presenti note, ma si rimanda il lettore alla bibliografia riportata alla fine del presente lavoro.

3. - DEDUZIONE DELL'EQUAZIONE FONDAMENTALE DELLA PROPAGAZIONE DELLE ONDE PIANE.

Si ha la propagazione del suono per onde piane quando tutti gli elementi del mezzo giacenti in un piano perpendicolare alla direzione del movimento subiscono gli stessi spostamenti e si comportano esattamente nel medesimo modo.

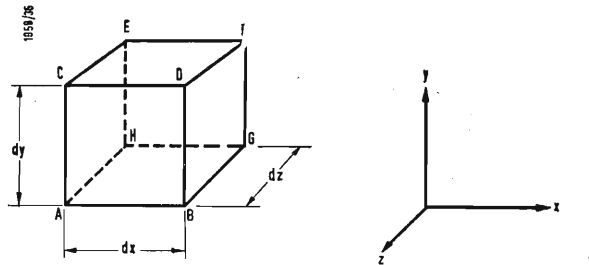



Fig. 1 - Elemento del mezzo nel quale si propagano le onde sonore con riferimento ad un sistema di tre assi ortogonali.

In figura 1 è rappresentato un elemento infinitesimo del mezzo nel quale si propagano le onde sonore. I lati di questo elemento sono: dx, dy, dz con riferimento alla terna di assi ortogonali x, y, z. Sia x la direzione di propagazione delle onde sonore. Data l'ipotesi di propagazione per onde piane, se si considera un piano perpendicolare all'asse x, in tutti i punti di questo piano la pressione assume il medesimo valore. La pressione è quindi solamente una funzione della x, vale a dire si ha variazione di pressione solo se si passa da un piano, perpendicolare all'asse delle x, ad un altro pure perpendicolare all'asse delle x. Se si considera un punto di ascissa x, ad esempio il punto A del cubetto di figura 1, la pressione ha il valore p, nel punto B, di ascissa $(x + dx)$, la pressione assume il valore $\left(p + \frac{\partial p}{\partial x} . dx\right)$ come ben noto dalla teoria delle funzioni.

Si è usato il simbolo di derivata parziale per l'incremento che la p subisce passando da A a B, perchè la p è anche funzione del tempo t. Con simboli matematici si ha che:

$$p = p\,(x,\ t)$$

La forza F_1 che, a causa della pressione, agisce sulla faccia $A\,C\,E\,H$ è data dal prodotto della pressione per l'area della superficie $A\,C\,E\,H = dy\,.\,dz$

$$F_1 = p\,dy\,dz$$

La forza F_2, che agisce sulla faccia del cubetto di figura 1, $B\,D\,F\,G$, è data da:

$$F_2 = \left(p + \frac{\partial p}{\partial x} . dx\right) dy\,dz$$

Il cubetto elementare di figura 1 è quindi soggetto ad una forza dF data da:

$$dF = F_1 - F_2 =$$

$$= p\,dy\,dz - \left(p + \frac{\partial p}{\partial x} . dx\right) dy\,dz =$$

$$= -\frac{\partial p}{\partial x}\,dx\,dy\,dz =$$

$$= -\frac{\partial p}{\partial x}\,d\tau\,;$$

dove con τ si indica un volume del mezzo nel quale si propagano le onde sonore. Per la seconda legge di Newton, vale a dire per la legge che esprime la proporzionalità esistente fra la forza e l'accelerazione, si ha che:

$$F = M\,a\,;$$

dove M è la massa dell'elemento soggetto alla forza F ed a l'accelerazione che la forza F imprime al corpo considerato avente massa M. Se si divide l'equazione sopra scritta per il volume τ, si ha che:

$$\frac{F}{\tau} = \frac{M}{\tau} . a$$

Nel caso del cubetto di figura 1, la seconda legge di Newton diventa:

$$\frac{dF}{d\tau} = \frac{dM}{d\tau} . a$$

La massa elementare dM è data dal prodotto della densità per il volume:

$$dM = \varrho\,d\tau\,;$$

dove ϱ è il valore medio della densità del mezzo. Questo valor medio si può considerare costante in quanto le variazioni con il tempo che subisce la densità a causa delle propagazioni nel mezzo delle onde sonore, considerate queste come quelle onde che hanno una frequenza compresa fra le frequenze udibili (16 ÷ 16000 Hz), sono molto piccole. Con facili sostituzioni si ha che:

$$\frac{-\frac{\partial p}{\partial x}\,d\tau}{d\tau} = \frac{\varrho\,d\tau}{d\tau} . a$$

$$-\frac{\partial p}{\partial x} = \varrho\,a$$

Si ricorda che:

$$a = \frac{\partial^2 s}{\partial t^2}\,;$$

dove s è lo spostamento che subiscono gli elementi di un piano perpendicolare all'asse delle x a causa della propagazione delle onde sonore. Come nel caso della pressione, anche per lo spostamento si ha che:

$$s = s\,(x,\ t)$$

Come ben noto la velocità u è data da:

$$u = \frac{\partial s}{\partial t}$$

Anche per la u si ha che:

$$u = u\,(x,\ t)$$

La seconda legge di Newton diventa:

$$-\frac{\partial p}{\partial x} = \varrho\,\frac{\partial u}{\partial t} \qquad [1]$$

Questa è la prima equazione differenziale dedotta e che ci permetterà, insieme con altre due equazioni differenziali, di risolvere il nostro problema che consiste nel trovare l'andamento, in funzione del tempo e dell'ascissa x, della pressione e quindi della velocità e dello spostamento. Si osserva che l'equazione differenziale [1] non può da sola essere integrata in quanto vi sono due variabili indipendenti.

Un'altra equazione differenziale ci è fornita dalla relazione che lega la pressione ed il volume in un mezzo. Ammesso che il mezzo nel quale si propagano i suoni sia un gas, per quanto precedentemente detto, essendo la trasformazione adiabatica, si ha che:

$$p\,\tau^{\gamma} = \text{cost.}\,;$$

dove γ è il rapporto dei calori specifici dei gas a pressione costante ed a volume costante. γ assume il valore di 1,4 per l'aria, l'idrogeno, l'ossigeno, e l'azoto, vale a dire per i gas aventi molecole costituite da due atomi. Se si esprime a relazione sopra riportata fra p e τ in forma differenziale, si ha che:

$$d = (p\,\tau^{\gamma}) = 0$$

$$p\,d\tau^{\gamma} + \tau^{\gamma}\,dp = 0$$

$$\tau^{\gamma}\,dp = -\,p\,d\tau^{\gamma}$$

Dividendo quest'ultima equazione per $p\,\tau^{\gamma}$ si ha che:

$$\frac{\tau^{\gamma}\,dp}{p\,\tau^{\gamma}} = -\frac{p\,d\tau^{\gamma}}{p\,\tau^{\gamma}}$$

$$\frac{dp}{p} = -\frac{d\tau^{\gamma}}{\tau^{\gamma}}$$

$$\frac{dp}{p} = -\frac{\gamma\,\tau^{\gamma-1}\,d\tau}{\tau^{\gamma}}$$

$$\frac{dp}{p} = -\frac{\gamma\,d\tau}{\tau}$$

Si osservi che la pressione p in generale si riferisce ad una certa pressione di riferimento che indichiamo con p_0 e quindi:

$$p = p_0 + p'$$

Nel caso della propagazione delle onde sonore, come già accennato, p' risulta piccolo rispetto a p_0 e quindi trascurabile. Si sostituisce a p il valore $p_0 + p'$ e si ha che:

$$\frac{d\,(p_0 + p')}{p_0 + p'} = -\frac{\gamma\,d\tau}{\tau}$$

$$\frac{dp'}{p_0} = -\frac{\gamma\,d\tau}{\tau}$$

Analogamente il volume τ si può considerare formato da un volume τ_0 iniziale corrispondente ad assenza di onda sonora, vale a dire alla pressione p_0, e ad un volume τ' corrispondente alla pressione p'.

$$\tau = \tau_0 + \tau'$$

$$\frac{dp'}{p_0} = -\gamma\,\frac{d\tau'}{\tau_0}$$

Si osservi che p' e τ' sono funzioni della x e della t e quindi:

$$dp' = \frac{\partial p'}{\partial x}\,dx + \frac{\partial p'}{\partial t}\,dt$$

$$d\tau' = \frac{\partial \tau'}{\partial x}\,dx + \frac{\partial \tau'}{\partial t}\,dt$$

E quindi:

$$\frac{1}{p_0}\left(\frac{\partial p'}{\partial x}\,dx + \frac{\partial p'}{\partial t}\,dt\right) = -\left(\frac{\partial \tau'}{\partial x}\,dx + \frac{\partial \tau'}{\partial t}\,dt\right)\frac{1}{\tau_0} . \gamma$$

Se si considerano elementi appartenenti ad un unico piano perpendicolare all'asse delle x, si ha che: x = cost.)

$$\frac{1}{p_0}\,\frac{\partial p'}{\partial t} = -\frac{\gamma}{\tau_0}\,\frac{\partial \tau'}{\partial t} \qquad [2]$$

Questa seconda equazione differenziale, oltre alla [1], verrà considerata per ricavare l'equazione fondamentale della propagazione delle onde piane. L'equazione differenziale [2] ha una sola variabile indipendente, il tempo, mentre la [1] ne aveva due, cioè il tempo e l'ascissa x. L'equazione differenziale [2] lega fra loro la pressione e le variazioni di volume, mentre l'equazione differenziale [1], legava fra loro la pressione e la velocità.

Al fine di trovare l'equazione di moto può essere usata anche l'equazione di continuità. L'equazione di continuità viene utilmente impiegata nella risoluzione di molti problemi di fisica matematica. Essa afferma che la massa totale di un gas, contenuta in una determinata regione dello spazio dalla quale non può uscire, deve rimanere costante. In linguaggio meno scientifico, l'equazione di continuità non è altro che la legge di conservazione della massa.

Applicando l'equazione di continuità al cubetto di figura 1, si ha che, se la massa di gas contenuta nel cubetto si deve mantenere costante, la variazione del volume del cubetto dipende solamente dalla differenza degli spostamenti delle particelle di gas situati sulle facce opposte del cubetto. Nel nostro caso le particelle di gas subiscono degli spostamenti solo nella direzione dell'asse delle x. Sia s_x lo spostamento nella direzione dell'asse delle x della faccia del cubetto avente per ascissa x. Come già detto, s_x è una funzione della x e della t. Lo spostamento della faccia del cubetto avente per ascissa $x + dx$, è dato da:

$$s_x + \frac{\partial s_x}{\partial x} . dx$$

La differenza fra gli spostamenti delle due faccie opposte perpendicolari all'asse delle x è dato da:

$$\frac{\partial s_x}{\partial x} . dx$$

L'incremento di volume del cubetto è quindi dato dal prodotto dell'area $dz\,dy$ delle faccie normali sull'asse delle x per la differenza fra gli spostamenti delle stesse faccie sopra scritte. L'incremento di volume indicato con τ' è quindi dato da:

$$\tau' = \frac{\partial s_x}{\partial x}\,dx\,dy\,dz = \tau_0\,\frac{\partial s_x}{\partial x}$$

dove τ_0 è uguale a $dx\,dy\,dz$ ed è il volume del cubetto prima dello spostamento delle faccie.

Se si derivano rispetto al tempo ambo i membri dell'equazione differenziale sopra descritta, si ha che:

$$\frac{\partial \tau'}{\partial t} = \tau_0\,\frac{\partial^2 s_x}{\partial t\,\partial x}$$

si osservi che:

$$\frac{\partial s_x}{\partial t} = u$$

Dove u è la velocità istantanea delle particelle di gas; come già precedentemente affermato, u è una funzione di x e di t. L'equazione di continuità diventa quindi:

$$\frac{\partial \tau'}{\partial t} = \tau_0\,\frac{\partial u}{\partial x}$$

Per ricavare l'equazione fondamentale di propagazione delle onde sonore lungo una sola direzione, abbiamo così a disposizione tre equazioni differenziali. Ricordiamo che queste traducono rispettivamente la legge di proporzionalità fra forza ed accelerazione, la legge per le trasformazioni adiabatiche dei gas, e la legge di conservazione della massa. Il sistema è quindi dato da:

$$-\frac{\partial p}{\partial x} = \frac{\partial u}{\partial t}\,\varrho_0 \qquad [1]$$

$$\frac{1}{p_0}\,\frac{\partial p'}{\partial t} = \frac{-\gamma}{\tau_0}\,\frac{\partial \tau'}{\partial t} \qquad [2]$$

$$\frac{\partial \tau'}{\partial t} = \tau_0\,\frac{\partial u}{\partial x} \qquad [3]$$

Combinando la [2] con la [3] si ottiene:

$$\frac{\partial p'}{\partial t} = -\gamma\,p_0\,\frac{\partial u}{\partial x}$$

derivando questa equazione differenziale rispetto al tempo si ottiene:

$$\frac{\partial^2 p'}{\partial t^2} = -\gamma\,p_0\,\frac{\partial^2 u}{\partial x\,\partial t}$$

Si derivi ora, rispetto a x, la [1]:

$$\frac{\partial^2 p}{\partial x^2} = - \varrho_0 \frac{\partial^2 u}{\partial x \, \partial t}$$

ricordando che le derivate rispetto a x e a t possono essere fra di loro scambiate, si ha che:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t \, \partial x} = \frac{\partial^2 u}{\partial x \, \partial t}$$

$$- \frac{\partial^2 u}{\partial x \, \partial t} = \frac{\partial^2 p'}{\partial t^2} \frac{1}{\gamma \, p_0}$$

$$- \frac{\partial^2 u}{\partial x \, \partial t} = \frac{\partial^2 p'}{\partial x^2} \frac{1}{\varrho_0}$$

$$\frac{1}{\gamma \, p_0} \frac{\partial^2 p'}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 p'}{\partial x^2} \frac{1}{\varrho_0}$$

$$\frac{\partial^2 p'}{\partial x^2} = \frac{\varrho_0}{\gamma \, p_0} \frac{\partial^2 p'}{\partial t^2}$$

Per definizione si pone:

$$c^2 = \frac{\gamma \, \varrho_0}{\varrho_0}$$

E quindi si ha che:

$$\frac{\partial^2 p'}{\partial x^2} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 p'}{\partial t^2}$$

Questa è l'equazione fondamentale di propagazione delle onde sonore lungo una sola direzione, vale a dire delle onde sonore piane. Nel seguito, dalla risoluzione di questa equazione differenziale, apparirà che c non è altro che la velocità di propagazione del suono nel gas considerato.

Come ben noto dalla fisica-matematica, l'equazione differenziale riportata, è di una forma ben nota. In tutti i problemi inerenti alla propagazione di onde, alla vibrazione di corde o lastre, si perviene ad una equazione differenziale del secondo ordine, del tipo di quella riportata sopra. Alcuni autori chiamano questa, l'equazione delle corde vibranti, perchè per prima fu ricavata per la risoluzione di problemi inerenti lo studio delle corde vibranti.

Con trasformazioni analoghe alle precedenti, si ha anche che:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2}$$

Ricordiamo che gli sviluppi analitici sopra riportati riguardano la propagazione delle onde piane di piccola entità che si propagano in un gas, dove non vi sono sorgenti sonore, omogeneo, isotropo, senza attrito.

4. - INTEGRAZIONE DELL'EQUAZIONE DIFFERENZIALE DI PROPAGAZIONE DELLE ONDE PIANE.

Come ben noto dalle teorie matematiche, l'equazione differenziale:

$$\frac{\partial^2 p}{\partial x^2} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 p}{\partial t^2}$$

comunemente detta equazione delle corde vibranti, ammette come soluzione la somma di due funzioni arbitrarie che vengono definite solo se si riconoscono le così dette condizioni ai limiti del problema. Si ha allora che:

$$p = f_1 \left(t - \frac{x}{c} \right) + f_2 \left(t + \frac{x}{c} \right)$$

Si osservi che le due funzioni f_1 ed f_2 dipendono dai parametri $\alpha = t - \frac{x}{c}$ e $\beta = t + \frac{x}{c}$ che sono funzioni crescenti del tempo t. Si osservi che α è una funzione decrescente di x, e β una funzione crescente di x. La pressione sonora di un qualunque punto x dello spazio può quindi essere scomposta in due componenti e cioè in un onda che viaggia nel senso della propagazione e in un onda che invece viaggia nel senso opposto. Essendo c la velocità di propagazione delle due onde sonore, si ha che le due funzioni f_1 ed f_2 sono funzioni che si propagano senza cambiamento di forma. Infatti per $x = 0$ al tempo t_1, la funzione f_1 assume il valore $f_1(t_1)$, al tempo t_2 l'onda sonora si sarà propagata per una distanza x pari a $t_2 c$, perciò la funzione f_1 assumerà il seguente valore:

$$f_1 \left(t_1 + t_2 - \frac{t_2 \, c}{c} \right) = f_1 (t_1)$$

Lo stesso ragionamento può essere ripetuto per l'onda f_2.

Si ricordi che a questo risultato di propagazione delle onde sonore, senza alterazioni di forma, si è pervenuti a causa delle ipotesi di assenza di perdite nel mezzo e di propagazione unidirezionale. Ovviamente anche per la velocità, analogamente a quanto fatto per la pressione, si ha che:

$$u = f_1 \left(t - \frac{x}{c} \right) + f_2 \left(t + \frac{x}{c} \right)$$

Mediante le relazioni sopra scritte e per u e per p è possibile trovare l'andamento con il tempo delle onde sonore che, ad esempio, si propagano in un tubo ad un estremità del quale un pistone vibra con una nota legge e all'altra estremità è chiuso con un fondo perfettamente rigido oppure con un fondo perfettamente assorbente. Si rimanda alla bibliografia per la risoluzione di questi interessanti problemi particolari che sono del tutto analoghi a quello delle linee elettriche collegate con un generatore ad una estremità e chiuse in corto circuito od aperte all'altra estremità.

5. - ANALOGIE FRA L'ELETTROTECNICA E L'ACUSTICA.

Nello studio dei problemi di acustica, vale a dire nello studio dei sistemi atti a misurare le caratteristiche delle onde sonore, come possono, ad esempio, essere i microfoni, e nello studio dei sistemi atti a produrre le onde sonore,

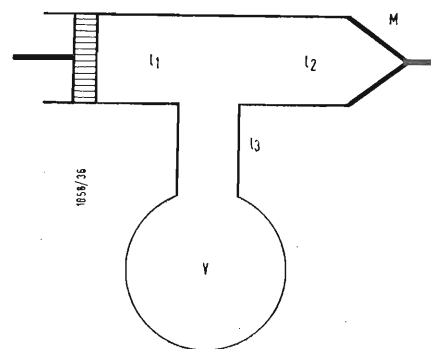



Fig. 2 - Risuonatore di Helmholtz. Il principio di questo semplice circuito acustico viene largamente impiegato quando è necessario eliminare una frequenza. I tratti l_1, l_2, l_3 corrispondono a delle induttanze, il recipiente V ad una capacità, il pistone vibrante ad un generatore di tensione e la massa M, posta all'altra estremità del tubo, equivale ad una resistenza di carico.

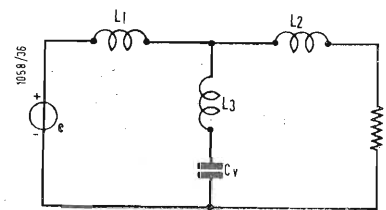



Fig. 3 - Circuito equivalente del risuonatore di Helmholtz. L_1 è l'induttanza corrispondente al tratto di tubo l_1, L_2 è l'induttanza corrispondente al tubo di lunghezza l_2 ed, infine, L_3 è l'induttanza corrispondente al tubo di lunghezza l_3; C_v è la capacità equivalente al recipiente V.

come possono, ad esempio, essere gli altoparlanti, si ricorre a delle analogie elettro-acustiche. Queste analogie permettono al progettista di trasformare il sistema acustico in studio, in un circuito elettrico equivalente. Mentre nell'elettrotecnica le due grandezze fondamentali sono la tensione e la corrente, in acustica al posto della tensione si considera la pressione sonora e al posto della corrente la velocità delle masse d'aria o di altro gas in gioco. La resistenza dei circuiti elettrici corrisponde alla cosiddetta resistenza acustica del mezzo che è data dal prodotto della densità ϱ per la velocità c.

Alcuni componenti dei sistemi acustici corrispondono a delle induttanze, altri a delle capacità, in quanto le relazioni esistenti fra la pressione e la velocità sono analoghe a quelle esistenti fra la tensione e la corrente nelle induttanze o nelle capacità. Ad esempio se noi abbiamo un tubo cilindrico chiuso con una terminazione rigida ad una estremità; con una sorgente sonora all'altra estremità, e con delle derivazioni, si possono considerare i vari tratti di tubo, posti fra le derivazioni, come delle induttanze e le derivazioni come delle capacità. Così dall'analogia dei circuiti elettrici è possibile costruire dei filtri selettivi o passabasso o passaalto. In figura 2 è riportato come esempio il risuonatore di Helmholtz, in figura 3 il circuito elettrico equivalente. Come si vede, si tratta di un circuito selettivo che elimina la frequenza per la quale il ramo in derivazione è a risonanza.

6. - ELEMENTI DEI SISTEMI ACUSTICI.

Nel campo dell'acustica non è possibile avere a disposizione dei componenti di caratteristiche note tali da permettere una rapida progettazione e realizzazione dei sistemi acustici. Noto a tutti è l'enorme vantaggio che ha il progettista di apparecchi elettronici, nell'avere a sua disposizione delle resistenze, delle capacità, delle induttanze, dei tubi elettronici, ecc., con i quali comporre i vari circuiti. Anzi oggi si tende a realizzare i circuiti elettronici dei vari apparecchi neppure partendo dai componenti semplici sul tipo di quelli sopra elencati, ma partendo da circuiti base aventi note caratteristiche, come potrebbero ad esempio essere degli amplificatori, degli oscillatori, dei multivibratori ecc.

Il vantaggio offerto da questo sistema di procedere è ovviamente notevole in quanto permette non solo di facilitare, come già detto, il compito del progettista, ma anche di diminuire il costo complessivo dell'apparecchio, specie se si tratta di apparecchi costruttivi in piccolo numero, in quanto i componenti che li costituiscono, essendo uguali a quelli usati in altri apparecchi, sono costruiti in grande serie.

In acustica, come già precedentemente detto, non esistono in commercio degli elementi di caratteristiche note, in quanto è assai difficile predire il comportamento di questi elementi, che dipende dalle condizioni di impiego. Purtroppo molte ricerche rimangono ancora da effettuare e non si hanno ancora a disposizione, per i casi pratici, delle formule atte a conoscere la propagazione delle onde sonore negli elementi stessi. Solo alcuni semplici casi particolari sono stati sottoposti ad una indagine analitica. Ad esempio è stato completamente risolto il problema di una sfera avente la superficie dotata di una pulsazione uniforme; in altre parole si tratta della propagazione delle onde sferiche che vengono studiate analogamente a quanto da noi sopra riportato per le onde piane.

Data l'impossibiltà pratica di realizzare delle onde sonore perfettamente piane o perfettamente sferiche, queste deduzioni analitiche, almeno per le nostre applicazioni, microfoni e altoparlanti, non hanno una pratica applicazione. Interessante può invece risultare lo studio della propagazione delle onde sonore prodotte da un pistone vibrante, di forma piana e circolare, in direzione perpendicolare ad un piano perfettamente rigido e di infinite dimensioni. Purtroppo, nonostante gli studi di molti autori, non è stato possibile raggiungere dei risultati di interesse pratico che permettano di studiare la propagazione delle onde sonore mediante un circuito equivalente nel caso di una sorgente sonora costituita da un disco piano circolare vibrante nello spazio libero.

Quest'ultimo caso è quello che più si avvicinerebbe ad un altoparlante funzionante in aria libera, mentre il caso del pistone vibrante in un piano perfettamente rigido, può rappresentare, con sufficiente approssimazione, un altoparlante montato in un « baffle » di dimensioni infinite o, in pratica, molto grandi rispetto alla maggior lunghezza d'onda sonora generata (figura 4).

Per quanto precedentemente già detto nel paragrafo ri-

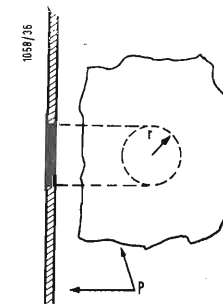



Fig. 4 - Pistone piano circolare (C) vibrante in direzione perpendicolare ad un piano perfettamente rigido ed infinito. Questo semplice caso corrisponde a quello di un altoparlante montato su un « baffle » di dimensioni notevoli.

guardante le analogie fra l'elettrotecnica e l'acustica, la sorgente sonora costituita da una superfice vibrante, si può considerare l'analogo di un generatore elettrico di tensioni alternate. La velocità dei volumi o delle masse d'aria, impresse dal pistone, sono le analoghe delle correnti circolanti nel carico collegato con il generatore elettrico. Le pressioni delle onde sonore sono invece l'analogo delle tensioni esistenti fra i vari punti del carico collegato con il generatore elettrico.

Il rapporto fra la pressione e la velocità delle onde sonore si chiama impedenza acustica. Nel caso del pistone vibrante in un piano (figura 4), l'aria posta in vibrazione e situata da una parte del piano, costituisce ovviamente un carico analogo a quello di un impedenza elettrica. Parte dell'energia trasmessa dal pistone vibrante all'aria, viene da questa definitivamente assorbito, mentre un altra parte viene restituita al pistone vibrante. Come l'impedenza elettrica anche l'impedenza acustica è costituita da due parti, una parte reale e una parte reattiva: la prima corrispondente all'energia irradiata solo dal pistone, la seconda corrispondente all'energia irradiata dal pistone che viene poi restituita dall'aria al pistone stesso.

Nel caso del pistone vibrante di figura 4, la pressione meccanica esercitata dal pistone sulle onde sonore, è diretta perpendicolarmente al piano nel quale è posto il pistone e così anche la velocità dell'aria. Risulta quindi più utile considerare invece dell'impedenza acustica l'impedenza meccanica definita dal rapporto fra una forza agente su una determinata area e la risultante velocità del mezzo sul quale la forza agisce. Nel sistema M.K.S. l'unità dell'impedenza meccanica è data dai newton-sec/m. Alcuni autori chiamano l'unità di questa impedenza acustica, ohm meccanico. Attraverso lunghe e labiorose deduzioni analitiche si è giunti alla seguente espressione dell'impedenza meccanica agente da una parte sola del piano perpendicolarmente al quale vibra il pistone di figura 4:

$$Z_M = R_M + j \, X_M = \pi \, r^2 \, \varrho_0 \, c \left[1 - \frac{J_1 \left(2 \, \frac{2 \, \pi}{\lambda} \, r \right)}{\frac{2 \, \pi}{\lambda} - r} \right] + j \, \frac{\pi \, \varrho_0 \, c}{2 \, \frac{4 \, \pi^2}{\lambda^2}} \cdot J_2 \left(2 \, \frac{2 \, \pi}{\lambda} \, r \right)$$

Dove:

Z_M = impedenza meccanica.
R_M = parte reale dell'impedenza meccanica.
X_M = parte reattiva dell'impedenza meccanica.
r = raggio del pistone vibrante.
ϱ_0 = densità dell'aria.
c = velocità del suono.
λ = lunghezza dell'onda sonora.
J_1 e J_2 = funzioni di Bessel definite dalle seguenti serie:

$$J_1 = \frac{2\frac{2\pi}{\lambda}r}{2} - \frac{\left(2\frac{2\pi}{\lambda}r\right)^3}{2^2 \cdot 4} + \frac{\left(2\frac{2\pi}{\lambda}r\right)^5}{2^2 \cdot 4^2 \cdot 6} - \frac{\left(2\frac{2\pi}{\lambda}r\right)^7}{2^2 \cdot 4^2 \cdot 6^2 \cdot 8}$$

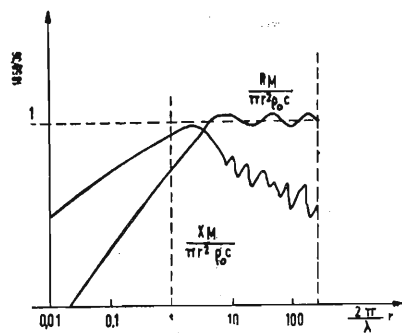



Fig. 5 - Andamento qualitativo della parte reale e della parte reattiva dell'impedenza meccanica offerta dall'aria situata da una parte del piano del pistone vibrante di figura 4.

$$J_2 = \frac{2}{\pi}\quad \frac{\left(2\frac{2\pi}{\lambda}r\right)^3}{3 \cdot 5} - \frac{\left(2\frac{2\pi}{\lambda}r\right)^5}{3^2 \cdot 5} + \frac{\left(2\frac{2\pi}{\lambda}r\right)^7}{3^2 \cdot 5^2 \cdot 7} \ldots$$

In figura 5 si è riportato l'andamento qualitativo delle due parti dell'impedenza meccanica in funzione di $\frac{2\pi}{\lambda} \cdot r$. Per facilità di impiego del grafico si preferisce dividere per $\pi r^2 \varrho_0 c$ ambo i membri dell'equazione sopra riportata e quindi nel grafico di figura 5 sono riportate le grandezze $\frac{X_M}{\pi r^2 \varrho_0 c}$ e $\frac{R_M}{\pi r^2 \varrho_0 c}$ in funzione di $\frac{2\pi}{\lambda} \cdot r$. Come ben visibile nel grafico, la potenza reale, irradiata dal pistone, dipende dalla lunghezza d'onda e dalle dimensioni del pistone, almeno in un primo tratto. Indi l'andamento è oscillatorio ma in generale si possono, con sufficiente approssimazione, trascurare queste oscillazioni. Si osservi quindi che, al fine di potere irradiare una determinata potenza reale da un altoparlante, è necessario che il pistone vibrante abbia una dimensione tale che, alla minima frequenza di funzionamento, $\frac{2\pi r}{\lambda}$ sia maggiore di 2, vale a dire, abbia un valore tale che la resistenza meccanica conservi un valore pressochè costante al variare della frequenza. Di qui nasce la necessità di avere degli altoparlanti di dimensioni notevoli per la riproduzione delle frequenze basse, mentre gli altoparlanti per la riproduzione delle frequenze alte avranno delle dimensioni assai più piccole.

A parte le oscillazioni irregolari di ampiezza piccola, l'andamento della parte reattiva dell'impedenza meccanica, che con la solita analogia, con i termini elettrotecnici si può chiamare reattanza meccanica, corrisponde a un circuito risonante avente un basso valore di Q. In figura 6 è rappresentato il circuito equivalente all'impedenza meccanica. Si ricorda che al posto della corrente si deve considerare la velocità dell'aria in direzione perpendicolare al piano del pistone, e al posto della tensione la forza meccanica agente sul pistone e che ne provoca la vibrazione. Dall'equazione, precedentemente scritta, dell'impedenza meccanica, si ha che i vari elementi che compaiono nel circuito equivalente di figura 6 sono dati da:

$$R_1 \cong 1{,}4\, r^2 \varrho_0 c$$
$$R_2 = \pi r^2 \varrho_0 c$$
$$C = \frac{0{,}6}{r\, \varrho_0 c^2}$$
$$L = \frac{8\, r^3 \varrho_0}{3}$$

I valori sopra riportati sono naturalmente approssimati in quanto le funzioni di Bessel, contenute nell'espressione dell'impedenza meccanica, hanno un numero infinito di termini. Si osservi che alla corrente si sostituisce la velocità e alla tensione la forza agente sullo stantuffo. Dall'esame del circuito equivalente di figura 6, è facile risalire ai grafici di figura 5, quando si trascurino, come già detto, le oscillazioni di piccola ampiezza che si hanno per valori di $\frac{2\pi r}{\lambda} \geq 5$. Per bassi valori della frequenza, la componente reale della velocità V, impressa dal pistone all'aria, risulta piccola o addirittura nulla a causa del corto circuito prodotto dall'induttanza equivalente.

All'aumentare della frequenza, la reattanza di L aumenta e aumenta anche la componente reale delle V. Perciò la potenza reale assorbita dal carico aumenta pressochè linearmente all'aumentare della frequenza fino a quando L diventa del tutto trascurabile. Indi la potenza reale, assorbita dal carico, risulta pressochè costante. Per quanto riguarda la componente reattiva dell'impedenza, questa assume un valore massimo a causa della risonanza parallela fra la capacità e l'induttanza. Il Q del circuito risulta

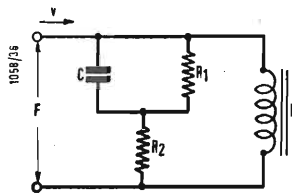



Fig. 6 - Circuito equivalente dell'impedenza meccanica corrispondente al carico costituito dall'aria del pistone vibrande di figura 4. In queste analogie elettromeccaniche, alla corrente si fa corrispondere la velocità, alla tensione la forza.

però di basso valore in quanto vi è una resistenza in serie ed una in parallelo con la capacità.

In quanto precede abbiamo analizzato il comportamento di un elemento acustico assai importante, costituito dall'aria libera, anche se a prima vista questo potrebbe sembrare assai strano. L'aria è il carico di tutti gli altoparlanti. Abbiamo visto come questo carico possa essere facilmente riconducibile ad un carico di natura elettrica, almeno nel caso particolare di pistone vibrante in un piano.

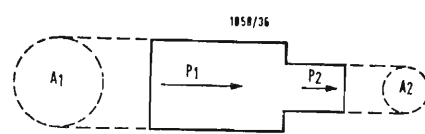
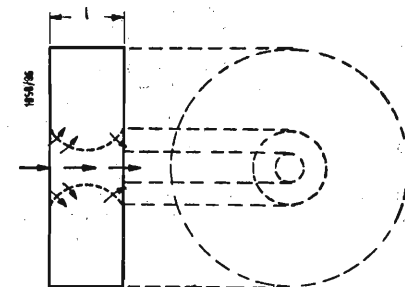
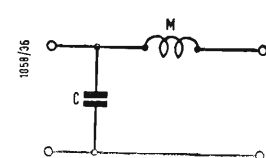
Infiniti sono poi ancora essere i vari tipi di componenti per sistemi acustici. A ciascuno di questi componenti in generale si fa corrispondere uno o più elementi elettrici.

Un condotto avente una discontinuità nella sezione ed entro il quale sono convogliate le onde sonore, può essere considerato un trasformatore in quanto le pressioni sono inversamente proporzionali alle sezioni dei condotti. Naturalmente i diametri dei due tubi devono essere molto più piccoli della lunghezza d'onda, quindi anche per questo tipo di trasformatore il rapporto di trasformazione dipende dalla lunghezza d'onda.

Se si considera un recipiente completamente chiuso e con un pistone vibrante posto su una parete di esso, la massa d'aria contenuta nel recipiente, si comporta come una capacità. Se V è il volume del recipiente, il quale può essere di forma qualsiasi, k il rapporto fra i calori specifici a pressione costante ed a volume costante, P_0 la pressione atmosferica in riferimento (pressione esterna agente sul recipiente) si ha che:

$$C = \frac{V}{\gamma P_0}$$

(Formula approssimativa che vale solo per volumi aventi la dimensione massima minore di $\frac{\lambda}{16}$).

La massa d'aria contenuta in un tubo aperto alle due estremità, e con pareti rigide, si comporta come una massa acustica se il tubo è sufficientemente corto, in modo che la massa d'aria in esso contenuta si muova senza compressioni di entità non trascurabile. Naturalmente è necessario che la pressione sia nulla all'estremità del tubo opposta a quella nella quale è posta la sorgente di onde sonore. Questo implica che, data l'analogia elettroacustica precedentemente espressa, vi sia, all'estremità opposta a quella dove è stata posta la sorgente sonora, un « corto circuito ». In realtà

Da sinistra a destra:
Fig. 7 - Trasformatore acustico. — Fig. 8 - Circuito equivalente semplificato atto a studiare il comportamento di una massa d'aria contenuta in un tubo aperto alle estremità —Fig. 9 - Elemento di sistema acustico, assai frequente, il cui circuito equivalente semplificato è riportao in figura 10.

il carico non sarà mai nullo ma vi sarà una impedenza di irradiazione che dipenderà dal mezzo nel quale il tubo è posto. In pratica il carico risulta molto basso per tubi aventi un diametro molto piccolo e si può tenerne conto aumentando un poco la lunghezza del tubo. Nel caso la lunghezza del tubo sia inferiore a $\frac{\lambda}{8}$ e con una approssimazione del 5% si che il circuito equivalente di un tubo aperto alle estremità è costituito da una capacità in parallelo e da una induttanza in serie (vedi figura 8).

Il valore di C è quello precedentemente riportato e cioè:

$$C = \frac{V}{\gamma P_0}$$

dove:

$$V = \frac{l\, \pi\, d^2}{4}$$

l = lunghezza del tubo
d = diametro del tubo.

Il valore di L è invece dato da:

$$L = \frac{4\, \varrho_0\, l}{d}$$

I valori sopra riportati per C ed L ri ricavano dall'equazione della propagazione delle onde sonore piane la cui deduzione è stata da noi riportata in un precedente paragrafo. Ovviamente le condizioni ai limiti poste sono che la pressione sia nulla per $x = 1$ e che la pressione sia uguale a quella della sorgente sonora per $x = 0$.

Una resistenza acustica può invece essere rappresentata da un qualsiasi componente del sistema acustico nel quale l'aria, od il mezzo attraverso il quale si propagano le onde sonore, si muove con una velocità avente una fase uguale a quella della pressione sonora applicata e si mantenga a questa proporzionale. Anche qui appare evidente l'analogia esistente con i circuiti elettrici. Le resistenze acustiche più comunemente adottate sono costituite da schermi fatti di maglie molto fitte, sia di metallo che di stoffa, o di materia plastica, da tubi di piccolo diametro posti con l'asse parallelo alla direzione di propagazione delle onde sonore, da fessure parallele aventi una direzione perpendicolare a quella di propagazione delle onde sonore oppure da materiali acusticamente non assorbenti. In tutti gli elementi sopra menzionati la resistenza offerta alla propagazione delle onde sonore è dovuta agli attriti che si hanno fra l'aria, o comunque il mezzo posto in vibrazione dalle onde sonore, e la superficie dell'elemento che costituisce la resistenza. In generale queste resistenze acustiche non vengono calcolate ma si fanno delle prove e i valori di resistenza vengono poi da queste dedotti. Alcuni autori hanno dedotto delle formule atte al calcolo di queste resistenze, almeno nei casi semplici di tubi di piccolo diametro, e di fessure sottili. Si tratta di formule approssimate che hanno un valore di pura curiosità scientifica.

Nei sistemi acustici si incontrano spesso degli elementi costituiti da una specie di ciambella schematicamente rappresentata in figura 9. La propagazione delle onde sonore avviene perpendicolarmente al piano della ciambella attraverso il foro centrale. Dall'esame della figura 9 si vede che l'aria in parte passa attraverso il foro e in parte penetra nella ciambella. Ovviamente l'aria che penetra nella ciambella si trova approssimativamente nelle condizioni dell'aria contenuta nel recipiente e posta in vibrazione dal pistone, che dava luogo ad una capacità C data da:

$$\frac{V}{\gamma P_0}$$

Ammesso che la lunghezza l della ciambella sia sufficientemente piccola, rispetto alla lunghezza d'onda, l'aria che non penetra nella ciambella si comporta come quella che attraversa un tubo aperto alle due estremità; quindi le due induttanze del circuito equivalente di figura 10.

Questo elemento acustico viene impiegato per eliminare le alte frequenze acustiche ad esempio nelle marmitte degli scappamenti delle autovetture.

Nel caso si voglia realizzare un componente si sistema acustico che abbia sia una resistenza che un'induttanza, è

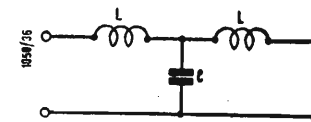



Fig. 10 - È riportato i circuito equivalente dell'elemento acustico riportato in figura 9. Si tratta di un filtro passabasso.

necessario ricorrere a dei tubi aventi, ad esempio, un diametro di $\frac{5}{f}$ in metri; dove f è in Hz. L'impedenza acustica è quindi data da:

$$Z = R + j\,\omega\, L$$

Nel caso si vogliano realizzare dei valori bassi di impedenze, costituite da resistenze ed induttanze, si usano delle lastre sottili perforate che, sotto forma di pannelli, saranno certamente state notate dal lettore in qualche ambiente. In figura 11 è riportato uno schema di questi pannelli. Anche per questi pannelli sono stati calcolati i valori della resistenza e dell'induttanza equivalente, ma l'autore ritiene che non abbiano utilità pratica in quanto espressioni troppo complicate da usarsi. Interessante è invece notare che quando una di ques telastre perforate viene utilizzata insieme ad

un recipiente, si realizza, nel sistema acustico, il circuito risonante. A questo proposito si potrebbero qui riportare tutte le considerazioni che si sogliono fare quando si considerano i circuiti risonanti elettrici.

Anche per i circuiti risonanti acustici si definisce un fattore di merito Q analogamente ai circuiti risonanti elettrici, dato da:

$$Q = \frac{\omega L}{R}$$

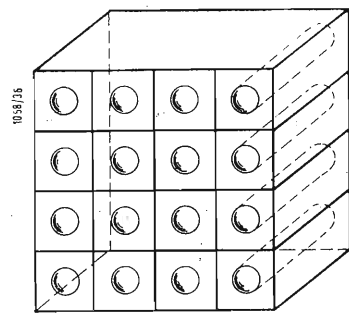



Fig. 11 - Lastra sottile perforata, largamente impiegata quale elemento di sistema acustico quando è necessario realizzare una impedenza resistiva e induttiva.

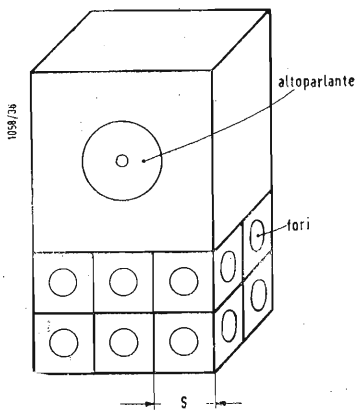



Fig. 12 - Esempio schematico di mobile per altoparlante. Esso è costituito da una capacità costituita dalla massa d'aria contenuta nel mobile e da una induttanza costituita dai fori praticati nel mobile. Il sistema viene calcolato in modo che risuoni per una data frequenza.

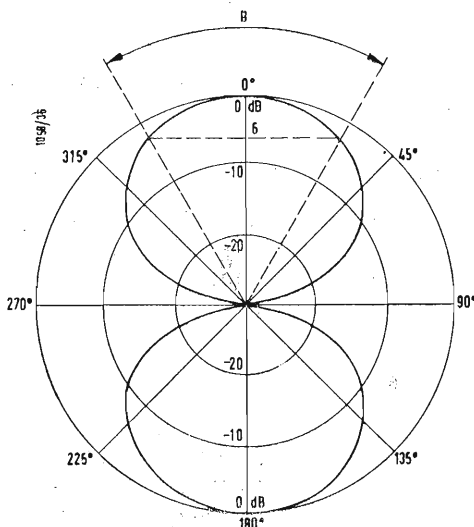
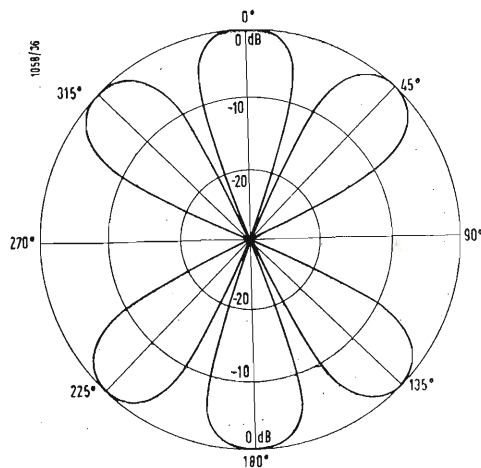



Fig. 13 - Andamento qualitativo del diagramma di direttività di due sorgenti sonore puntiformi, vibranti in fase, separate da una lunghezza pari a ½ della lunghezza d'onda.

Al fine di realizzare un circuito risonante acustico, è necessario avere, oltre ad una induttanza, costituita ad esempio da una lastra sottile perforata, anche una capacità, costituita, ad esempio, dalla massa d'aria contenuta in un mobile. Il lettore attento avrà compreso come funziona un mobile per altoparlanti al quale si richieda di risuonare per una certa frequenza. Questo è un sistema possibile per realizzare un mobile per altoparlanti, ma ve ne sono altri, anche più importanti, e che verranno trattati nella parte riguardante i mobili per altoparlanti. Si consideri ad esempio un mobile, come quello di figura 12, nel quale è montato un altoparlante. Come già detto, la massa d'aria contenuta nel mobile dell'altoparlante costituisce la capacità che viene calcolata con le formule precedentemente riportate. Se si indica questa capacità con C_a, con ω_0 si indica la pulsazione $2\pi f_0$, essendo f_0 la frequenza di risonanza richiesta, si ha che la reattanza a risonanza del mobile è data da:

$$X = \frac{1}{\omega_0 C_a} = \frac{1}{2\pi f_0 C_a}$$

A risonanza la reattanza è ovviamente anche data da:

$$X = \omega_0 L = 2\pi f_0 L$$

Uguagliando le due espressioni sopra riportate della reattanza, si ha che l'induttanza richiesta è data da:

$$L = \frac{1}{\omega_0^2 C_a} = \frac{1}{4\pi^2 f_0^2 C_a}$$

L'induttanza viene realizzata praticando dei fori nelle pareti del mobile. Si osservi che le pareti del mobile, nelle quali vengono fatti i fori, devono essere a contatto diretto con l'aria dell'ambiente, in modo che le onde sonore, che si propagano attraverso i fori praticati, non trovino degli altri ostacoli nelle immediate vicinanze. Se n è il numero dei fori da praticare, l'induttanza che ciascun foro deve avere, è ovviamente data da:

$$L_n = \frac{L}{n}$$

dove L_n è l'induttanza che deve avere ciascun foro.

L'induttanza di ciascun foro è data da:

$$L_n = \frac{\varrho_0}{\pi r^2}\left[t + 1{,}7\, r\left(1 - \frac{r}{s}\right)\right]$$

Fig. 14 - Andamento qualitativo del diagramma di direttività di due sorgenti sonore puntiformi, vibranti in fase, separate da una lunghezza pari a 3/2 della lunghezza d'onda.

dove:

r è il raggio del foro;

ϱ_0 è la densità dell'aria nelle condizioni normali;

t è lo spessore della parete del mobile nel quale si praticano i fori;

s è il lato del quadrato della parete corrispondente a ciascun foro (figura 12).

Naturalmente i valori di Q che si possono realizzare sono molto piccoli rispetto a quelli realizzabili con i circuiti elettrici, solitamente sono fra 5 e 10, le frequenze di risonanza in genere sono basse, ad esempio 100 Hz o meno di 100 Hz.

Abbiamo così terminato questa breve rassegna dei componenti dei sistemi acustici e riteniamo necessario ricordare ancora al lettore che fino ad oggi la realizzazione dei componenti acustici risulta estremamente più complessa che non quella di componenti per circuiti elettrici.

7. - IRRADIAZIONE DEL SUONO.

La sorgente sonora più semplice che si possa pensare è quella costituita da una sfera pulsante di diametro molto piccolo rispetto alla lunghezza d'onda corrispondente alla frequenza più alta. Una sorgente sì fatta si potrebbe ritenere puntiforme. Il raggio della sorgente sferica si ritiene puntiforme quando è inferiore a 1/6 della minima lunghezza d'onda delle onde sonore generate. L'irradiazione del suono da questa sorgente avverrebbe per onde sferiche e quindi l'entità della pressione sonora in un punto qualunque dello spazio dipenderebbe solo dal tempo e dalla distanza del punto considerato dalla sorgente puntiforme. Ovviamente le sorgenti sonore, costituite dagli altoparlanti, sono ben lungi dall'essere paragonabili alla sorgente sferica puntiforme dianzi considerata.

Al fine di conoscere le caratteristiche di irradiazione di un altoparlante, è necessario considerare i così detti diagrammi di direttività alle varie frequenze e per varii piani passanti per il centro della sorgente sonora costituita dall'altoparlante.

Nel progetto di un altoparlante risulta estremamente importante considerare le carattee diretthristicive, alle varie frequenze, dell'altoparlante al fine di non creare nell'ambiente nel quale avviene la riproduzione sonora delle spiacevoli differenze di qualità di riproduzione fra i vari punti dell'ambiente stesso. Lo studio di questi diagrammi di direttività della irradiazione delle onde sonore, si effettua analogamente allo studio dei diagrammi direttivi delle antenne. Quindi se il lettore è a conoscenza delle teorie riguardanti i diagrammi di direttività delle antenne, non farà altro che applicare quelle teorie alla propagazione delle onde sonore.

Fig. 15 - Andamento qualitativo del diagramma di direttività di una sorgente sonora lineare i cui punti irradiano uniformemente in tutte le direzioni giacenti in un piano perpendicolare alla direzione della linea della sorgente sonora.

Nella figura 13 sono riportati i diagrammi di direttività prodotti da due sorgenti puntiformi poste ad una distanza $b = \frac{1}{2}$ della lunghezza d'onda. Notare che vi sono delle direzioni lungo le quali la pressione sonora è nulla. Fra queste direzioni vi sono due « fasci ». Non esistono norme esatte per definire la larghezza di un fascio, però, in generale, si ritiene che la larghezza di un « fascio » sia data dall'angolo compreso fra le due direzioni lungo le quali si ha un attenuazione di 6 dB rispetto alla direzione di massima irradiazione. Secondo questa definizione nel diagramma direttivo di figura 13, la larghezza del fascio sarebbe data dall'angolo β. Naturalmente tanto più piccolo è questo angolo tanto più direttivo è il fascio.

Fig. 16 - Schema di un megafono. La sorgente sonora da puntiforme si trasforma in una sorgente curvilinea. La irradiazione diventa più uniforme al variare della frequenza, e il diagramma non diventa più direttivo all'aumentare della frequenza, almeno fino a circa 3000-4000Hz.

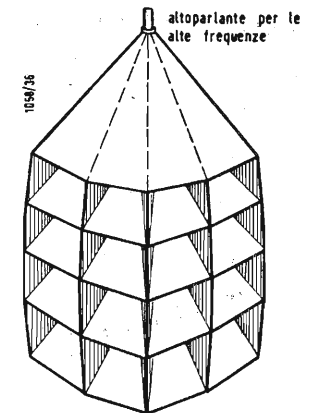



Fig. 17 - Disegno schematico di una tromba multicellulare atta a migliorare il diagramma di direttività di un altoparlante. Sistema largamente usato nelle sale cinematografiche.

Se invece di mezza lunghezza d'onda la distanza fra le due sorgenti sonore puntiformi vibranti in fase è di 1,5 volte la lunghezza d'onda, il diagramma di direttività, si suddivide in sei « fasci », detti anche « lobi » del diagramma polare. In figura 14 è riportato l'andamento qualitativo del diagramma polare. La larghezza dei vari fasci è ovviamente diversa; per quelli centrali è inferiore che per quelli laterali. Passando a distanze maggiori fra le due sorgenti sonore puntiformi si ha un numero sempre maggiore di lobi aventi una larghezza maggiore. Per distanze fra le due sorgenti sonore puntiformi multiple di ½ della lunghezza d'onda si hanno dei diagrammi polari del tipo di quelli riportati in figura 13 ed in figura 14, mentre per distanze multiple di lunghezza d'onda si hanno dei diagrammi che presentano dei massimi di irradiazione nelle direzioni corrispondenti a 90° e 270°, proprio per quelle direzioni per le quali si ha una irradiazione nulla quando la distanza fra

le due sorgenti sonore puntiformi è pari a un multiplo di mezza lunghezza d'onda.

Naturalmente i diagrammi polari di irradiazione delle onde sonore da due sorgenti puntiformi, variano da quelli riportati nel caso che le pressioni sonore generate dalle due sorgenti puntiformi non siano più in fase.

Nel caso di più sorgenti puntiformi lo studio analitico si complica, specie se vi sono sfasamenti fra le pressioni sonore generate dalle varie sorgenti puntiformi.

In figura 15 è riportato l'andamento qualitativo di una sorgente sonora lineare avente una lunghezza l pari al doppio della lunghezza d'onda. I punti della sorgente sonora lineare irradiano uniformemente in tutte le direzioni giacenti in un piano normale alla linea d e tutti in fase fra loro. Come appare dal diagramma di figura 15, i lobi laterali hanno un massimo che presenta un'attenuazione di circa 15 dB, rispetto ai massimi dei lobi centrali.

I casi possibili che si possono realizzare combinando fra loro più sorgenti puntiformi, o sorgenti lineari, riconducibili anch'esse ad un insieme di sorgenti puntiformi, sono, ovviamente, infiniti. Si consideri poi che un diagramma di direttività vale solo per una determinata frequenza.

In generale si può affermare che quanto sono più alte le frequenze, tanto più sono direttivi i diagrammi di irradiazione, a meno che non si realizzino opportune relazioni di fase fra le varie sorgenti puntiformi.

Al fine di realizzare una irradiazione delle onde sonore con un diagramma di direttività avente un unico fascio, sufficientemente ampio, poco variabile con la frequenza delle onde sonore irradiate, è necessario ricorrere a delle sorgenti sonore costituite non da sorgenti puntiformi disposte lungo una retta, come negli esempi precedentemente

Fig. 18 - Sistema di riferimento e variabili per il calcolo della potenza totale irradiata da una sorgente.

riportati, ma bensì da sorgenti sonore disposte su superfic curve vibranti pure tutte in fase fra loro. Il caso più semplice è costituito dal megafono schematicamente riportato in figura 16. Il tipo di megafono, riportato in figura, viene detto parabolico perchè l'area della sezione con un piano perpendicolare al suo asse è proporzionale alla distanza dalla sorgente sonora che si può ritenere costituita da una linea lunga 2÷3 cm. Infatti, essendo l'angolo sotteso dall'arco di 90°, la lunghezza della corda riuslta il doppio della distanza dalla sorgente sonora alla corda.

Su questo principio sono basate le trombe multi-cellulari, le quali sono sostanzialmente costituite da più megafoni disposti perpendicolarmente fra loro, come è ben visibile in figura 17. Si possono realizzare delle larghezze di fascio sufficientemente ampie anche alle alte frequenze, anche con solo le quattro file di celle schematicamente rappresentate in figura 17. Quando si vogliano realizzare delle trombe multi-cellulari aventi una larghezza del fascio di circa 120°÷130° anche alle alte frequenze acustiche, si ricorre a file sia orizzontali che verticali, costituite da sei cellule.

Si osserva che tutto quanto detto in questo paragrafo riguardante l'irradiazione del suono, si riferisce alla potenza irradiata da una sorgente sonora irradiante in aria, vale a dire si ammette che le onde sonore, provenienti dalla sorgente sonora, che può essere costituita da una semplice sorgente sonora, come può essere un altoparlante, o da una sorgente sonora composta come una tromba multi-cellulare, si propaghino nello spazio senza incontrare ostacoli. Vale a dire, si prescinde dai problemi di acustica ambientale che eventualmente verranno trattati in un altro articolo.

Le prove sugli altoparlanti, vale a dire il rilevamento delle curve di direttività alle varie frequenze, sono molto difficili da eseguirsi in aria libera in quanto esistono gli effetti del terreno, ad esempio gli effetti delle riflessioni. Si preferisce ricorrere alle così dette camere anecoiche che, come il nome dice, sono senza « eco », vale a dire le onde sonore che incidono sulle pareti vengono da queste completamente assorbite. Camere perfettamente anecoiche sono estremamente difficili da realizzarsi. Invece dei diagrammi di direttività, al fine di avere un'idea delle caratteristiche direttive di un altoparlante, si suole fornire per ciascun altoparlante, secondo l'uso americano, un fattore di direttività ed un indice di direttività. Mediante questi indici, che naturalmente dipendono dalla frequenza, è possibile avere un idea completa delle caratteristiche direttive dell'altoparlante, o degli altoparlanti in questione. Mediante questi indici il tecnico del suono potrà calcolare quali sono le caratteristiche riverberanti delle pareti dell'ambiente nel quale la sorgente sonora è installata.

Per fattore di direttività si intende il rapporto fra l'intensità sonora, lungo un determinato asse passante per la sorgente sonora, ad una determinata distanza r da questa, e l'intensità sonora che verrebbe prodotta nel medesimo punto da una sorgente puntiforme equivalente, che irradia la medesima potenza acustica totale.

Per intensità sonora in un punto, per le onde piane o sferiche, si intende il rapporto fra la pressione sonora in quel punto, valore efficace, al quadrato, diviso per il prodotto $\varrho\, c$; ϱ è la densità e c la velocità delle onde sonore. Se W è la potenza sonora totale irradiata, e $2\,\pi\, r^2$ è la superficie della sfera avente raggio r, la intensità sonora della sorgente puntiforme equivalente è data ovviamente da:

$$\frac{W}{4\,\pi\, r^2}$$

Il fattore di direttività $Q\,(f)$ è quindi dato da:

$$Q\,(f) = \frac{p^2}{\varrho_0\, c}\,\frac{4\,\pi\, r^2}{W}$$

L'indice di direttività $DI\,(f)$ è dato da:

$$DI\,(f) = 10 \log Q\,(f)$$

Il calcolo della potenza totale irradiata si effettua mediante una integrazione doppia del quadrato dei valori che la pressione assume nei vari punti della superficie della sfera avente raggio r.

In figura 18 sono riportati gli assi cartesiani di riferimento con le variabili θ e Φ per la integrazione doppia in coordinate polari. Come ben visibile dalla figura, l'area elementare dS è data da: $r d\theta \,.\, r$ sen $\theta \,.\, d\Phi = r^2$ sen $\theta \,.\, d\theta\, d\Phi$. I limiti dell'integrazione doppia sono avviamente 0 e $2\,\pi$ per quanto riguarda θ e 0 e π per quanto riguarda Φ. La potenza totale W, irradiata dalla sorgente sonora, è quindi data da:

$$W = \frac{r^2}{\varrho_0\, c} \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} p^2\,(\theta,\ \Phi,\ r)\ \text{sen}\ \theta \,.\, d\theta\, d\Phi$$

(continua)

Costituzione dei Calcolatori Circuiti a Tubi Elettronici

Si esaminano i principali circuiti che si servono di normali tubi elettronici o di tubi a raggi catodici per eseguire calcoli o per « ricordare », secondo codici particolari, le cifre ad essi inviati.

dott. ing. Silvano Ambrosio e dott. ing. Giuseppe Reviglio

0. - GENERALITÀ.

Gli enormi e rapidi sviluppi che, nell'ultimo ventennio, si sono manifestati in tutti i rami dell'attività produttiva (e, purtroppo, anche distruttiva) umana, si sono appoggiati, in misura maggiore o minore, quando non addirittura totale, all'altrettanto rapida evoluzione della tecnica elettronica. Apparecchiature elettroniche sono entrate dovunque: nell'officina come nell'ospedale, a bordo di navi e di aerei come sotto la superficie del mare, negli istituti di ricerca come nei locali di divertimento, e così via.

In sì grande mole di applicazioni sono venuti via via perfezionandosi quei dispositivi che, nati poco più di 10 anni or sono per applicazioni di tipo molto limitato, adempiono oggi giorno ad un gran numero di funzioni dei tipi più disparati: i calcolatori elettronici.

Giova subito precisare che con la denominazione « calcolatori elettronici » si intendono chiamare abitualmente diversi tipi di strumenti atti ad eseguire calcoli; trascurando il pur interessantissimo campo dei calcolatori analogici e degli analizzatori differenziali, verranno esaminati in questo articolo (ed in altri che seguiranno) i principi di funzionamento ed i circuiti fondamentali dei calcolatori detti « numerici »; di quelle macchine cioè che eseguono tutte le calcolazioni loro richieste, operando su grandezze espresse non già mediante parametri elettrici variabili con continuità, ma mediante treni di impulsi, combinati in modo preordinato sì da rappresentare, in forma codificata, i numeri di cui noi abitualmente ci serviamo, cioè quelli del sistema decimale.

0.0. - Cenni sui sistemi di numerazione.

Lo scopo della presente trattazione non è quello di illustrare le possibilità ed i sistemi di sfruttamento dell'uno o dell'altro calcolatore, ma piuttosto — come si è già detto — quello di esaminare un pò dettagliatamente i principali circuiti che compongono un calcolatore numerico, e come essi adempiano ai compiti loro affidati. Occorre quindi conoscere sia pure per sommi capi come un calcolatore manipola i numeri ad esso inviati, e come è in grado di comunicare con il mondo esterno, che gli fornisce i dati iniziali di un problema, e ne riceve i risultati.

Sin da bambino all'uomo si insegna, per soddisfare alle sue necessità di calcolo, a servirsi del sistema decimale, cioè di un gruppo di dieci diversi caratteri, aventi ciascuno valore diverso dagli altri, e con i quali è possibile in modo abbastanza semplice eseguire tutte le operazioni. Ogni numero è composto di più cifre, ognuna delle quali ha un valore ben definito non solo dalla sua figurazione grafica, ma anche dal posto che occupa nel numero in questione. A titolo di chiarimento ognuno sa che, per esempio, la cifra 3 posta subito a sinistra della virgola decimale indica tre unità, mentre spostata a sinistra di 1, 2, 3,... n posizioni, indica rispettivamente 30 ($= 3 \times 10^1$), 300 ($= 3 \times 10^2$), 3000 ($= 3 \times 10^3$), ... 3×10^n unità.

A parte qualche tentativo, coronato da maggiore o minore successo, di impiegare organi elettronici a 10 diverse configurazioni (se ne parlerà in altra sede), la stragrande maggioranza dei circuiti elettronici sfrutta fenomeni a due soli stati o configurazioni: la conduzione o la non conduzione di un tubo, la presenza o l'assenza di un impulso di corrente, di una traccia magnetica ecc. Con questo accorgimento il funzionamento di un circuito è oltremodo sicuro e risente in minor misura di eventuali perturbazioni: leggere fluttuazioni di tensione, rumori, accoppiamenti non regolari ecc.

Per questo motivo ai progettisti di un calcolatore si presentano due soluzioni, egualmente sicure: far eseguire i calcoli con numeri in notazione « binaria », o codificare in maniera opportuna le singole cifre decimali. Non è necessario addentrarsi nell'argomento: basterà rilevare che, in genere, la codificazione delle 10 cifre decimali viene a coincidere, più o meno, con la rappresentazione che dette cifre assumono quando vengono tradotte in codice binario. Si esamineranno quindi principalmente esempi relativi ad operazioni su cifre binarie, e si spiegherà brevemente come si opera con tale sistema.

Coma la parola stessa « binario » indica, questo sistema di numerazione si basa su due sole cifre: lo zero (0) e l'uno (1). I numeri vengono composti tutti con queste due sole cifre, ma nello stesso modo con cui nel sistema decimale si compongono i rispettivi numeri. Nel sistema decimale, esaurite tutte le cifre diverse (0, 1,... 9), si riparte da capo aggiungendo però « uno » (il cosiddetto riporto) nella posizione immediatamente a sinistra di quella in cui si è passato dal 9 allo zero: ... 7, 8, 9, 10, 11, ... 18, 19, 20, 21, ... 98, 99, 100, 101 ecc. Nel sistema binario avviene la stessa cosa, anche se le cifre disponibili (0 ed 1) si esauriscono molto più rapidamente che non nel sistema decimale. Avremo cioè che ritornando dall'uno (ultima cifra della serie) allo zero, si aggiungerà uno nella

posizione di sinistra (riporto), e questo uno potrà a sua volta dare luogo ad un altro o più altri riporti successivi, proprio come capita nel sistema decimale quando si somma uno a, per esempio, 999.999.999. Ognuno potrà verificare rapidamente come la successione dei numeri nel sistema binario sia quindi la seguente: 0, 1, 10, 11, 100, 101, 110, 111, 1000, 1001, 1010 ecc. Questi numeri, anche se graficamente hanno tutt'altro aspetto, equivalgono quantitativamente ai corrispondenti decimali: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, . . .

Ciò che giova ricordare per la facile comprensione dei compiti dei circuiti che verranno via via esaminati, sono le semplicissime e limitatissime possibilità di combinazione che le due cifre binarie hanno attraverso le operazioni aritmetiche. Da quanto detto in precedenza circa la successione dei numeri, è facile verificare che:

$0 + 0 = 0$; $1 + 0 = 0 + 1 = 1$; $1 + 1 = 10$.

Inoltre si verificherà altrettanto facilmente che è:

$0 \times 0 = 0$; $0 \times 1 = 1 \times 0 = 0$; $1 \times 1 = 1$.

(A differenza di quanto accade con il sistema decimale la moltiplicazione non dà mai luogo a riporti).

Converrà disporre in due piccole tabelline quanto sopra detto, poichè sovente in seguito si farà ricorso alle stesse (V. Fig. 1).

SOMMA

	0	1
0	0	1
1	1	10

PRODOTTO

	0	1
0	0	0
1	0	1

Fig. 1 Tabelle della somma e del prodotto in codice binario.

Benchè lo studio dei sistemi di numerazione costituisca di per sè un argomento veramente interessante, ai nostri fini conviene arrestarlo a questo punto; volerlo approfondire potrebbe portare a qualche confusione senza per contro fornire nessun nuovo elemento che, in seguito, possa riuscire di aiuto.

0.1. - Costituzione di un calcolatore.

Il cuore di un calcolatore è il cosiddetto «*organo di calcolo*», cioè quell'insieme di circuiti mediante i quali, dati uno o due numeri iniziali, registrati in «linguaggio di macchina» (cioè nel sistema di numerazione tipico del calcolatore), è possibile eseguire su di esso o su di essi determinate operazioni aritmetiche, fornendone il risultato nello stesso linguaggio di macchina.

Poichè un problema può richiedere, per la sua soluzione, e l'esame di più dati iniziali, e la determinazione di più risultati intermedi, attraverso alla elaborazione dei quali si giunge alla definizione del risultato finale, è indispensabile che la macchina sia in grado di «ricordare» tutti i numeri di cui ha bisogno e finchè ne ha bisogno: esiste all'uopo il complesso degli «*organi di memoria*», che con i mezzi più svariati è in grado di conservare — secondo i tipi di calcolatore — financo milioni di cifre contemporaneamente.

La necessità poi di ricevere i dati iniziali dall'esterno, e di emettere nello stesso modo i risultati, implica l'esistenza di due organi, l'organo *di ingresso* e quello *d'uscita*, cui sono demandati rispettivamente i due compiti accennati. Questi organi, pur diversissimi come costituzione, hanno in comune la possibilità di convertire numeri espressi in linguaggio «umano» in numeri espressi in linguaggio «di macchina» o viceversa. L'organo di ingresso possiede un apparato di lettura con il quale (mediante spazzolini, cellule fotoelettriche, testine magnetiche ecc.) sente ciò che è registrato sul mezzo di ingresso; questo, secondo i casi, può essere una scheda perforata, un nastro per telescrivente, un nastro magnetico. L'organo di uscita può, in certi casi, fare il lavoro inverso di quello di ingresso, e cioè perforare i risultati su schede, nastri per telescrivente, o registrarli sul nastro magnetico; in altri casi invece esso può stampare su fogli, moduli, strisce di carta i risultati stessi, servendosi delle cifre decimali.

A coordinare il funzionamento di tutti gli organi illustrati è posto *l'organo centrale di comando*, il quale stabilisce di volta in volta le interconnessioni degli altri organi, e presiede all'esecuzione del programma di calcolo che viene elaborato dall'organo omonimo. Questo organo centrale di comando può considerarsi come il cervello dell'intero complesso, perchè ad esso fanno capo i comandi di tutti gli altri organi e delle eventuali unità ausiliarie ad essi collegate.

Si può quindi rappresentare schematicamente la composizione di un calcolatore elettronico come indicato a fig. 2: in essa appaiono i cinque organi fondamentali ora descritti, e sono tracciati i collegamenti che li uniscono. A tratto pieno sono rappresentate le vie di passaggio dei dati numerici coinvolti nel calcolo, col tratteggio invece sono indicate le vie di irradiazione degli ordini da parte dell'organo centrale di comando.

Fig. 2 - Composizione schematica di un calcolatore.

1. - CIRCUITI A TUBI ELETTRONICI.

1.0. - Circuiti contatori a doppi triodi.

I circuiti contatori a doppi triodi sono tra i primi che trovarono applicazione nei calcolatori elettronici; oggidì sono stati in gran parte sostituiti da combinazioni di diodi, purtuttavia giova non trascurarli, in primo luogo perchè l'impiego che se ne fa è ancora discreto, in secondo luogo perchè l'esame di certi circuiti a diodi verrà facilitato se se ne saranno visti gli analoghi realizzati con poliodi.

Fig. 3 - Flip-flop.

1.00. - Il contatore binario.

Uno dei circuiti più semplici e maggiormente ricorrenti nei calcolatori è il multivibratore bistabile, più comunemente chiamato flip-flop (Bibl. 1). Esso si compone di due triodi (di solito riuniti fisicamente nello stesso involucro) collegati in maniera tale che in qualunque momento uno solo dei due è conduttore, mentre l'altro si trova all'interdizione (V. Fig. 3). Molte sono le varianti a questo circuito, specialmente per quanto concerne il suo pilotaggio; qualunque esse siano però, lo scopo che da esso si vuol ottenere è sempre lo stesso: che ciò, al verificarsi di una determinata condizione, esso inverta il suo stato stabile (o stato di conduzione). Ciò significa che il triodo che era all'interdizione diventa conduttore, mentre quello che prima conduceva passa all'interdizione. Queste condizioni possono essere facilmente ottenute se si connettono come indicato gli elementi dei due triodi: la placca di ciascuno dei due è collegata, mediante una resistenza ed una capacità in parallelo, alla griglia dell'altro.

Si supponga che il triodo V_a sia in conduzione: V_{pa} ha un valore più basso di $+V$, e il partitore costituito dalle due resistenze R_{kb} e R_{gb} (inserite tra V_{pa} e $-W$) mantiene la griglia di V_b all'interdizione. Perciò la tensione V_{pb} sarà uguale a $+V$, e il partitore costituito dalle resistenze R_{ka} e R_{ga} tra $V_{pb} = +V$ e $-W$ manterrà la griglia di V_a ad un potenziale abbastanza superiore a quello della griglia di V_b, per cui V_a stesso appunto può condurre. Questo stato si mantiene stabilmente, sinchè non intervenga una causa perturbatrice che, p. es., arresti la conduzione di V_a. Allora la tensione V_{pa} si rialza, si rialza anche il potenziale della griglia di V_b — che si trovava all'interdizione — il triodo V_b prende a condurre, abbassando di conseguenza la tensione V_{pb}; questo abbassamento si ripercuote attraverso R_{ka} e R_{ga} ed abbassa anche il potenziale di griglia di V_a, il quale quindi viene mantenuto all'interdizione. È bene ribadire il concetto già accennato in precedenza, che cioè nei circuiti per calcolatori il funzionamento dei tubi non conosce posizioni intermedie tra il bloccaggio e la piena conduzione; le variazioni di tensione che comandano e che conseguono alle commutazioni delle condizioni del tubo sono sempre molto ampie, costituendo di per sè una discreta garanzia contro variazioni di tensione più ridotte, dovute a cause estranee.

Fig. 4 - Cascata di flip-flop (contatore binario).

Ciò che interessa massimamente nei calcolatori è la possibilità di sfruttare una stessa perturbazione per invertire la stabilità del flip-flop: lo stesso segnale deve cioè esser in grado di rendere conduttore V_a, se esso era in riposo, e viceversa. Sotto questo aspetto si hanno appunto, come già accennato, numerose realizzazioni differenti: in genere si sfrutta l'azione pilotante sui catodi o sulle griglie.

Si osservi nuovamente la fig. 3, e si supponga V_a in conduzione e V_b, ovviamente, all'interdizione. Se in un dato istante si applica in I un impulso negativo di tensione, attraverso i condensatori C_g esso agirà contemporaneamente sulle due griglie, il potenziale delle quali si abbasserà di conseguenza. Con opportuni valori di ampiezza dell'impulso si può in tal modo spingere la griglia di V_a all'interdizione; quella di V_b, già all'interdizione, abbassa ancora il suo potenziale Per un istante entrambi i triodi non conducono, ma subito, essendo l'impulso applicato di breve durata, le tensioni cui sono state spinte le griglie riprendono immediatamente a salire. Ora avviene che la risalita dal potenziale assai più basso cui era caduta la griglia di V_b è molto più rapida di quella effettuata dalla griglia di V_a, e pertanto è il tubo V_b che prende a condurre per primo; per quanto innanzi detto esso mantiene allora all'interdizione V_a. Si verifica appunto quanto ci si riprometteva di ottenere, che cioè un generico impulso negativo, applicato sempre nello stesso punto di ingresso del flip-flop, sospinga all'interdizione il triodo che conduceva e viceversa, invertendo cioè la condizione di stabilità preesistente.

Si è osservato che l'impulso pilota deve essere negativo: se accidentalmente si presentasse un impulso positivo esso momentaneamente rialzerebbe il potenziale del tubo non conduttore senza peraltro riuscire a porlo in conduzione; quindi in breve verrebbe ripristinata la condizione stabile preesistente. Se pertanto si collegano due flip-flop in modo che l'uscita del primo venga portata all'ingresso del secondo (Vedi Fig. 4), quando la tensione di placca del triodo $V1_b$ risale ($V1_b$ viene spinto all'interdizione) lo stato stabile di $V2$ resta inalterato, ma quando quella tensione di placca ridiscende ($V1_b$ torna a condurre), questo abbassamento, derivato attraverso ai condensatori di griglia di $V2$, si manifesta sulle griglie come un impulso negativo che, come spiegato, inverte la condizione di $V2$. Questo tubo pertanto riceve un impulso negativo solo ogni volta che $V1_b$ prende a condurre, e cioè una volta ogni due impulsi negativi giungenti all'ingresso di $V1$. Appare evidente, quindi, come collegando in cascata più flip-flop, ognuno di essi sia azionato una volta sola ogni due azionamenti del flip-flop che lo precede. Se ora si attribuisce il valore della cifra binaria «0» ad un flip-flop quando è in conduzione il triodo b) e il valore binario «1» quando è in conduzione il triodo a), si può constatare facilmente come il passaggio dalla condizione «1» a quella «0» sia accompagnato dall'emissione di un impulso verso il flip-flop seguente (impulso di riporto verso la cifra di ordine immediatamente superiore). In tal modo è possibile contare, in scala di due, o binaria, una successione di impulsi: lo stato finale dei vari flip-flop indicherà, in codice binario e con le convenzioni indicate, il valore del numero di impulsi contati.

È facile adesso verificare come sia attuabile la somma secondo quanto enunciato in fig. 1. Siano da sommare due cifre binarie (che possono essere indifferentemente 0 o 1): la loro somma si ottiene inviando prima l'una e poi l'altra cifra all'ingresso del primo flip-flop; tutti i flip-flop devono però inizialmente trovarsi in condizione di zero. Se la prima cifra della somma è zero (assenza di impulso negativo) non si ha nessuna inversione del primo flip-flop, che continua quindi a segnare zero; se poi la seconda cifra è ancora zero, alla fine sarà indicato ancora zero, mentre se essa vale uno, il primo flip-flop si invertirà, ed alla fine si leggerà uno. Se invece la prima cifra è uno, essa subito inverte lo stato del flip-flop; se la seconda cifra è zero questo stato resta inalterato e l'indicazione finale è uno, mentre se la seconda cifra è anch'essa uno il primo flip-flop torna ad invertirsi segnalando zero, ma in pari tempo emette un impulso negativo verso il flip-flop seguente (aritmeticamente di ordine maggiore), il quale inverte la sua condizione, segnalando uno: la somma è appunto stata effettuata come indicato in fig. 1.

L'esempio è stato formulato nella maniera più semplice possibile, ma nella realtà non ci si scosta molto da questo modo di operare anche quando i numeri sono composti di più cifre, siano esse binarie o decimali codificate. A titolo puramente informativo è bene indicare che la frequenza massima degli impulsi per cui questi circuiti possono funzionare correttamente si aggira intorno a 1 ÷ 2 MHz; tra i tubi più usati i 5687, 5670, 6J6.

Fig. 5 - Circuito ad anello (ring).

Fig. 6 - Interruttore ad eptodo.

1.01. - Il forzaggio del flip-flop.

Si è detto poc'anzi che, prima di eseguire la somma di due addendi, è necessario «rimettere a zero» la condizione di tutti i flip-flop. Ciò è indubbiamente indispensabile quando l'operazione di somma è stata preceduta da altre operazioni, che hanno lasciato i flip-flop contenenti cifre magari diverse da zero, a seguito di operazioni precedenti e prive ormai di interesse.

La «rimessa a zero» non è altro che un forzaggio del flip-flop: esso viene lasciato in condizione «zero», qualunque fosse la cifra binaria che prima conteneva. La realizzazione di questo

forzaggio è molto semplice poichè si attua iniettando, p. es., sull'anodo del triodo *b*) un impulso negativo di lunghezza tale da forzare all'interdizione la griglia della sezione *a*) e da mantenervela finchè non si è stabilizzata la condizione « zero » che ne consegue.

1.02. - Circuiti ad anello (ring).

Si può constatare facilmente come, disponendo di n flip-flop, sia possibile contare fino a $2^n - 1$; quindi con un numero relativamente basso di doppi triodi si può giungere al conteggio di numeri di valore notevole.

Qualora ci si debba limitare a contare brevissime successioni di impulsi (poche unità al più), può molte volte essere più comodo (anche se meno economico) ricorrere ad un particolare tipo di contatore di impulsi, il contatore ad anello.

Esso è composto di una serie di k doppi triodi e di k triodi, collegati come in fig. 5. Supponiamo che in un certo istante il Fip-flop $F1$ abbia il triodo *a*) in conduzione, mentre tutti gli altri abbiano in conduzione il triodo *b*). La tensione V_{b1} vale ovviamente $+V$, mentre tutte le altre tensioni di placca V_{b2}, V_{b3} ecc. hanno un valore più basso poichè i rispettivi triodi sono in conduzione. Dato che tra ogni anodo di sezione *b*) e la sorgente negativa $-W$ c'è un partitore di tensione, appare immediatamente come il potenziale di V_{g1} (compreso tra i valori $+V$ e $-W$ sia più alto di quello degli altri tubi, che è invece compreso tra V_{b1} ($< V$) e $-W$.

Con un'opportuna scelta dei valori delle resistenze dei suddeti partitori è possibile far sì che il potenziale di riposo di V_{g1} sia leggermente al di sotto dell'interdizione, mentre tutti gli altri potenziali di griglia siano abbondantemente sotto l'interdizione. Se ora si immagina di applicare in I, cioè a tutte le griglie dei triodi, un impulso positivo di ampiezza opportuna, è possibile portare in conduzione il solo triodo $T1$, lasciando gli altri ancora oltre l'interdizione.

L'entrata in conduzione di $T1$, pilotando il flipflop $F2$ sull'anodo, ne rende conduttrice la sezione *a*). $F2$ quindi che si era supposto in un certo stato stabile, lo inverte, abbassando il valore della tensione in V'_{a2}. Questo abbassamento è riportato capacitivamente (e quindi ridotto ad un impulso negativo) sulla griglia di $F1_a$ la quale, polarizzata oltre l'interdizione, tronca la conduzione nel triodo. Quindi $F1$ inverte anch'esso il suo stato stabile restando in questa nuova condizione.

È facile immaginare come si possano collegare in cascata parecchi di questi stadi; poichè gli impulsi-pilota positivi che appaiono in I vengono portati contemporaneamente a tutte le griglie dei triodi, l'inversione degli stati stabili si ripete in cadenza con i vari flip-flop, e ad ogni impulso pilota si ha, per così dire, una rotazione verso destra della configurazione generale di stabilità.

Attribuendo a ciascun doppio triodo un valore numerico progressivo (0, 1, 2, 3, 4, ...) e stabilendo che un doppio triodo indichi la cifra ad esso corrispondente quando si trova con il triodo *a*) in conduzione, si può dedurre come sia possibile, mediante k gruppi flip-flop + triodo, costituire un contatore in base k. Sarebbe quindi possibile, con 10 gruppi, realizzare un contatore decimale, ma si pensi alla enorme quantità di materiale necessario all'uopo per ogni cifra decimale che compone un numero.

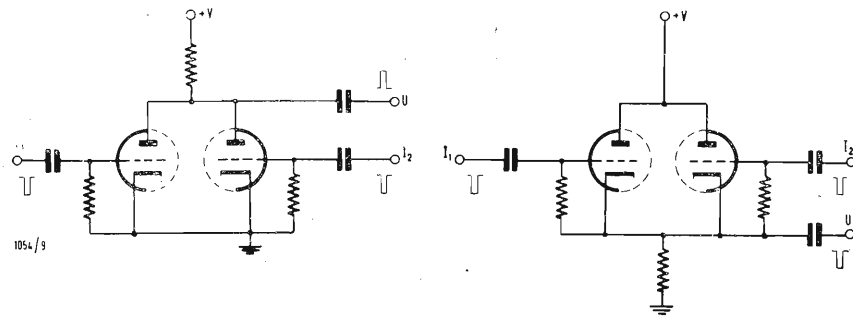



Fig. 7 - Interrutori a doppi triodi.

Considerazioni economiche spingono i costruttori a limitare questi circuiti a quelle necessità di conteggio di cadenze brevi di impulsi, destinati in genere a funzioni del tutto particolari nell'interno del calcolatore.

1.1. - Circuiti interruttori.

Un interruttore elettronico è un circuito dotato di una sola uscita e di due ingressi, e costituito in maniera tale che all'uscita si manifesti un segnale solo se ad entrambi gli ingressi è presente un segnale. Combinando in maniera opportuna diversi di questi circuiti si possono ottenere interruttori elettronici che agiscono solo quando su tutti gli ingressi (o su particolari combinazioni) è presente un segnale.

L'interruttore elementare a due ingressi ed un'uscita può essere realizzato in diverse maniere, sia per ciò che si riferisce al tipo di tubo impiegato, sia per le caratteristiche che devono avere gli impulsi da applicare agli ingressi. Sotto questo ultimo aspetto giova precisare che, come d'altronde già si è visto con i flip-flop, il funzionamento del dispositivo è vincolato alla polarità, alla forma ed alla ampiezza degli impulsi-pilota; scostamenti di questi parametri dai loro valori teorici possono dare luogo ad irregolarità di funzionamento.

1.10. - Circuiti ad eptodi (Fig. 6).

Questi circuiti impiegano tubi abbastanza comuni nei radioricevitori: 6SA7, 6BE6 o altri tipi di caratteristiche simili a questi. I due ingressi sono applicati alla prima ed alla terza griglia, e consistono in impulsi che spostano le due griglie dal potenziale d'interdizione ad un potenziale più elevato, di conduzione. In condizioni di riposo le due griglie si trovano appunto al di sotto del rispettivo potenziale di interdizione, e questa condizione permane anche quando una sola delle griglie, sotto l'applicazione di un impulso positivo, diviene essa stessa positiva. Quando però entrambe le griglie salgono contemporaneamente a potenziale positivo il tubo diviene conduttore, ed ai capi del condensatore anodico si rende disponibile un impulso negativo. Giova osservare che, data la costituzione interna del tubo, il potenziale di interdizione della terza griglia è più basso di quello della prima, e quindi, una volta studiato il circuito dell'interruttore e le connessioni con i tubi che lo pilotano, queste connessioni non possono essere invertite come invece accade con altri tipi di circuito.

1.11. - Circuiti a doppi triodi.

In fig. 7 sono rappresentati due circuiti molto simili, realizzanti interruttori del tipo enunciato; essi differiscono solo per il punto di prelievo della tensione di uscita, che si trova sugli anodi nel primo, e sui catodi nel secondo. Di conseguenza appare immediatamente che impulsi pilota dello stesso tipo daranno luogo nei due circuiti simili ad uscite analoghe, ma cambiate di segno (a parte ovvie considerazioni sul valore dell'impedenza d'uscita nel circuito).

Il principio di funzionamento è molto semplice, come d'altronde lo sono stati quelli sinora esaminati.

Si supponga che in condizioni normali la polarizzazione di entrambe le griglie sia tale da mantenere in conduzione i due triodi. Inoltre la resistenza di carico e le tensioni siano scelte in modo tale che la corrente dissipata dai due triodi in conduzione sia all'incirca la stessa che viene dissipata quando un triodo smette di condurre.

Se, in queste condizioni, uno dei due triodi riceve un impulso negativo di conveniente ampiezza, passa all'interdizione; come si è detto però la corrente anodica della coppia di triodi non varia e pertanto non muta neppure la tensione delle placche. Se però entrambe le griglie ricevono contemporaneamente un impulso negativo, entrambi i triodi cessano di condurre, e la tensione di placca si rialza. Pertanto l'arrivo simultaneo di due impulsi negativi sugli ingressi, determina l'emissione di un impulso di segno opposto all'uscita.

Il circuito di fig. 7*b*) differisce da quello esaminato testè solo perchè l'uscita è a trasferitore catodico; cambia cioè soltanto la polarità dell'impulso di uscita, ora concorde con quella degli impulsi d'entrata; il principio di funzionamento è però sempre il medesimo.

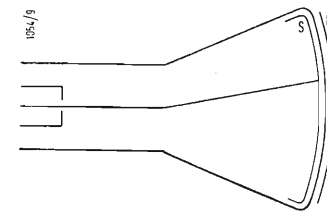



Fig. 8 - Memoria elettrostatica (tubo di Williams).

1.2. - Altri circuiti di frequente impiego.

La necessità di inviare un dato segnale in diverse direzioni contemporaneamente senza che il valore del carico possa deformare o ridurre il segnale, richiede l'impiego di circuiti che generalmente non si scostano dai tradizionali stadi di potenza ad un solo tubo propri di un normale radioricevitore. L'unica differenza tra le due diverse realizzazioni sta nella determinazione della costante di tempo dei gruppi *RC* interessati (ove questi siano presenti), poichè buona parte dei calcolatori si serve di impulsi cadenzati da una frequenza pilota dell'ordine del MHz. Buon impiego trovano in questi circuiti i normali tubi 6AQ5 od altri tipi equivalenti.

Quando poi la presenza o l'assenza di un segnale debba azionare o meno un dispositivo elettromeccanico (relè, elettromagnete ecc.) può essere talora necessario ricorrere all'impiego di thyratron; ma anche in questo caso, non presentando il circuito alcuna particolarità degna di rilievo, si ritiene sufficiente l'averne soltanto accennato.

1.3.- Tubi a raggi catodici.

I circuiti sinora esaminati si incontrano in genere nell'organo di calcolo della macchina, o nell'organo di comando; essi funzionano da sommatori, da soglie (gate) che lasciano o no passare impulsi in determinate direzioni a seconda del verificarsi di certe condizioni, e così via. Alcuni tipi possono anche venir impiegati come dispositivi di memoria per conservare, registrati in codice, i dati loro inviati. L'impiego di flip-flop come organi di memoria però, se ha avuto qualche applicazione nei primi anni, è stato successivamente abbandonato perchè troppo dispendioso, e perchè richiedeva sistemi piuttosto complessi per la lettura del dato registrato mediante gli stati stabili di più flip-flop.

Prima, o contemporaneamente alla realizzazione delle prime memorie a principio magnetico, piezoelettrico e magnetostrittivo, furono studiati diversi tipi di accumulatori elettrostatici di impulsi, di cui i « tubi di Williams » furono quelli che incontrarono maggior favore, e che ancor oggi sono in funzione in numerosi esemplari di calcolatori. Prima di descriverne la costituzione, sarà bene esaminare il principio cui essi si ispirano. (Bibl. 2, 3, 4).

È bene premettere che esiste più di un sistema di registrazione di dati mediante macchie luminose su un tubo a raggi catodici; tutti quanti però si basano sul fenomeno dell'emissione secondaria. Quando (fig. 8, a) un pennello di elettroni, emesso dal cannone E, colpisce la superficie S del tubo, si determina sempre un'emissione secondaria di elettroni da questa superficie; il rapporto tra il numero di elettroni secondari emessi ed il numero di elettroni del pennello incidente si chiama coefficiente di emissione secondaria, e può essere minore, uguale o maggiore di 1, a seconda della differenza di tensione tra E ed S. Quando questo coefficiente è maggiore di uno, il potenziale della macchia sullo schermo diviene positivo.

Si immagini di registrare con due immagini diverse i due valori binari mediante i quali si rappresentano tutte le cifre nel calcolatore; queste immagini devono essere scelte in modo opportuno, in maniera che la cosiddetta « interferenza periferica » tra l'una e l'altra sia grande. Ciò si realizza quando, sovrapponendo le due immagini, il perimetro della più piccola è contornato totalmente o in buona parte dalla immagine più grande, come si verifica con le coppie punto-cerchio, o punto-linea (fig. 8, b), scelte fra le tante utilizzabili.

Si scelga appunto una di queste coppie, e si proietti sulla superficie S del tubo una delle due immagini della coppia. Il materiale che riveste l'interno della superficie del tubo è scelto in modo tale che l'immagine proiettata rimanga per un certo numero di μsec dopo la estinzione del pennello che l'ha generata. Se nella stessa posizione della superficie, finchè l'immagine impressionata è ancora presente, si fa inviare dal cannone elettronico l'immagine più estesa della coppia prescelta (p. es. la linea per la coppia punto-linea, il cerchio per la coppia punto-cerchio), possono verificarsi due casi:

— la prima immagine registrata era uguale alla seconda, ed allora non si ha variazione dell'emissione secondaria;

— la prima immagine era diversa dalla seconda, più estesa, e viene da questa cancellata e sostituita, con variazione dell'emissione secondaria.

Ponendo contro la superficie esterna del tubo una piastra o un fitto reticolo metallico è possibile rilevare, per accoppiamento capacitivo, la eventuale variazione di emissione secondaria. Quindi si assegneranno i valori 0 e 1 p. es. all'immagine del cerchio e del punto rispettivamente, e l'immagine del cerchio verrà anche impiegata come immagine di lettura. Se si era registrato un cerchio la conseguenza della lettura non fa variare l'emissione secondaria e l'uscita della placca rivelatrice è nulla; se si era registrato un puntino, esso viene distrutto ma l'uscita relativa è diversa da zero.

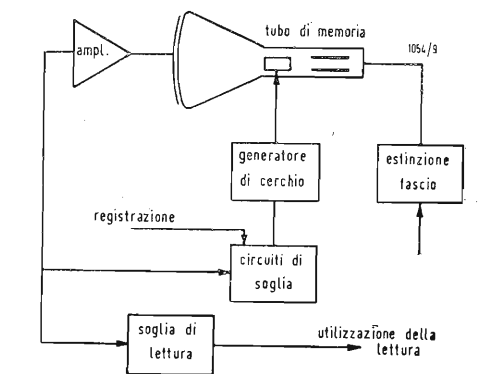



Fig. 9 - Circuiti per una memoria elettrostatica.

In fig. 9 è rappresentato schematicamente il circuito di utilizzazione di questo tipo di memoria. L'eventuale uscita della placca rivelatrice esterna al tubo (indicante la preesistente registrazione di un puntino) viene amplificata e limitata da un apposito amplificatore, dal quale viene inviata ad un circuito di soglia. Questo circuito comanda, tra l'altro, il funzionamento o meno di un altro circuito detto generatore di cerchio perchè agisce sul pennello elettronico in modo da determinare sullo schermo del tubo tracce circolari. Se si ha un'uscita dall'amplificatore il circuito di soglia blocca il ge-

(il testo segue a pag. 191)

Gli Ausiliari dell'Automazione

Un'Apparecchiatura Elettronica per il Rilievo a Circuito Chiuso in Esercizio del Funzionamento dei Regolatori

Questa tecnica di prova ha avuto recentemente sviluppi che sarebbero stati imprevedibili fino a pochi anni fa ed ha contribuito grandemente ai recenti progressi realizzati nel campo dell'automazione. Nel presente articolo si descrive un generatore di segnali elettrici campione, atto alla prova dei servomeccanismi, indipendentemente dal fatto che essi siano elettrici, elettronici, oleodinamici o pneumatici.

dott. ing. Piero Nucci

NELLA tecnica delle comunicazioni elettriche è pratica costante provare un circuito o una catena di circuiti, (un ricevitore radio, un amplificatore, un filtro e, in generale, un quadripolo) inviandovi un segnale elettrico (una tensione) *campione* e esaminando la *risposta* del circuito a quel segnale, mediante la misura della tensione d'uscita o mediante l'esame oscilloscopico. La risposta deve essere costante (fra opportune tolleranze) entro tutta la gamma di frequenze che interessa, ed esente da elementi spuri.

Poichè poi spesso, almeno da un certo livello in sopra, una catena di circuiti non è lineare, cioè non dà una tensione in uscita proporzionale alla tensione in entrata, solitamente è l'ampiezza del segnale in entrata che viene variata e ridotta a un livello tale da non dar luogo a sovraccarico e da produrre in uscita un segnale di livello convenzionalmente definito *normale*. Così, p. es., un radioricevitore si prova per 50 mW di uscita, aumentando o riducendo il segnale in entrata fino a realizzare la detta uscita.

A tale scopo si adotta un generatore di segnali campione, il quale deve quindi poter dare tensioni (sinusoidali pure, o modulate) regolabili entro vasti limiti sia in ampiezza che in frequenza; p.es. da 10 μV a 1 V, e da 10 kHz a 10 MHz.

1. - GENERALITÀ.

Questa tecnica di prova ha avuto recentemente sviluppi che sarebbero stati imprevedibili fino a pochi anni fa, avendo trovato applicazione nelle prove sui servomeccanismi e contribuendo quindi ai grandi progressi recentemente realizzati nel campo dell'automazione. Infatti un comando automatico a ciclo chiuso si comporta come un amplificatore, come vedremo tra poco.

Descriviamo appunto, nella presente nota, un generatore di segnali elettrici campione, atto alla prova dei servomeccanismi, elettrici, elettronici, oleodinamici o pneumatici che essi siano: il Servoscope della Servo Corporation of America (di New York); gli elementi specifici sono stati da noi dedotti da un bollettino di informazioni della ditta stessa.

2. - CONCETTO DI REGOLAZIONE IN CICLO CHIUSO.

Un comando automatico deve essere sempre anzitutto uno stabilizzatore della grandezza regolata; infatti non avrebbe scopo una regolazione esatta se poi il comando dovesse restare in balìa di cause perturbatrici occasionali, quali p.es. le variazioni di carico.

Il regolatore rileva, istante per istante, il valore effettivo della grandezza da controllare, lo confronta con una grandezza « campione » o di riferimento della stessa specie, e utilizza la differenza fra le due (amplificata) per effettuare l'azione correttrice sugli organi di comando. Si intuisce allora che, variando la grandezza di riferimento, si può (indirettamente ma esattamente) regolare la grandezza che interessa.

Facciamo un esempio, per uscire dall'indefinito.

Supponiamo che si debba stabilizzare la frequenza (e quindi la velocità) di un gruppo turbina idraulica-alternatore. Si rileva la velocità (a mezzo di una grandezza proporzionale ad essa o comunque funzione di essa: tensione di un generatore tachimetrico, frequenza ecc.) e la si confronta con un'altra grandezza della stessa specie (tensione o frequenza di riferimento) separatamente generata; se i due valori non coincidono interviene il comando dell'apertura della turbina aprendo o chiudendo il distributore dell'acqua; l'azione correttiva è tanto maggiore, quanto maggiore è lo scarto o errore, ed ha segno contrario ad esso. Appunto perchè è l'errore stesso che deve agire sulla correzione la regolazione si chiama « a ciclo chiuso » o anche (con locuzione presa a prestito dalla radiotecnica) a « controreazione » (1).

Si noti che il confronto diretto in ciclo chiuso ha il pregio di agire nel senso correttore qualunque sia la causa dello scarto fra valore effettivo e valore voluto della velocità, cioè tanto per cause inerenti al servizio (p.es.: maggiore prelievo di potenza) quanto per cause di altro ordine (p. es.: riduzione della pressione dell'acqua in conseguenza dell'entrata in servizio di un altro gruppo).

Nell'esempio scelto interessa solo *stabilizzare* la velocità, sicchè la grandezza di riferimento è fissa; inoltre le variazioni di velocità sono sempre assai lente, data l'elevata inerzia di rotazione; ma per piccole macchine invece non è così; il problema contempla anche la regolazione e diventa più delicato. Consideriamo per esempio il regolatore elettronico della velocità di un motore da 0,5 HP; il motore è del tipo a corrente continua e viene alimentato dalla tensione pulsante di due valvole a vapore di mercurio, a controllo di griglia, che rettificano la tensione alternata di rete. Queste valvole hanno la proprietà di essere passanti in un solo senso e di raddrizzare quindi una tensione alternata, in quanto bloccano una delle alternanze; ma inoltre il momento dell'innesco di ogni semionda si può ritardare, agendo sulla tensione di un elettrodo di controllo, la griglia; e poichè alla fine del semiperiodo la conduzione cessa in ogni caso, la tensione e la corrente media risultano tanto più ridotte quanto maggiore è il ritardo dell'innesco.

(1) Si intende per reazione un funzionamento che amplifica le perturbazioni, nel senso che ogni perturbazione viene riportata ingrandita e quindi va a accrescere la perturbazione stessa con processo a catena; controreazione è invece la funzione per la quale ogni perturbazione produce una perturbazione di segno contrario, con effetto correttivo.

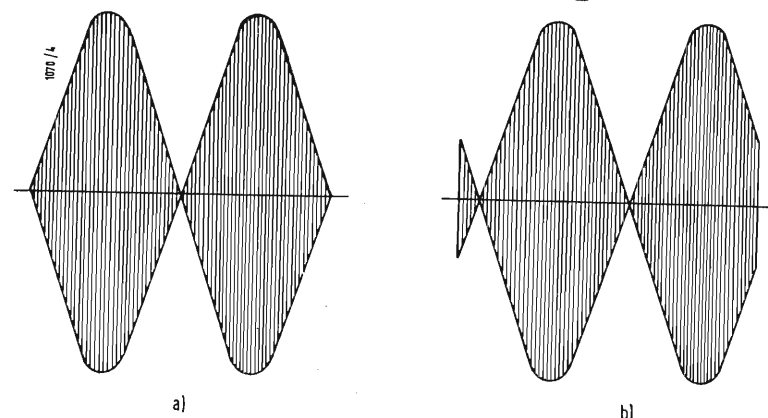



Fig. 1. *a*) e 1 *b*) - Oscillogramma del segnale a monte (fig. 1 *a*) e a valle (fig. 1 *b*) di una rete ritardatrice. È nettamente visibile, nell'area triangolare aggiunta a sinistra della fig. 1 *b* e mancante a destra, lo spostamento di fase del secondo oscillogramma rispetto al primo.

Anche qui il regolatore rileva una tensione continua, proporzionale alla velocità del motore (es. la sua forza controelettromotrice) e la confronta con una tensione continua stabilizzata; la differenza, amplificata, fa variare come abbiamo detto la parzializzazione delle valvole rettificatrici e quindi la corrente media inviata al motore. Anche qui si ha stabilizzazione sia contro variazioni della coppia resistente, sia contro variazioni della tensione di alimentazione, della temperatura, ecc.

Osserviamo che la stabilizzazione per un motore alimentato da una corrente pulsante (la cui eccitazione è di solito indipendentemente regolata) è assai più cadente, quasi come in un motore eccitato in serie.

Una volta realizzata questa stabilizzazione, diventa abbastanza facile aggiungere la regolazione della velocità, bastando a tale scopo variare la grandezza di riferimento, ciò che può farsi a mano (nell'esempio scelto, con un potenziometro che vari la tensione) o automaticamente secondo una legge prescritta.

Se si considera che i comandi elettronici, oltre ai noti pregi di funzionamento statico, silenziosità, limitato ingombro ecc. hanno grande flessibilità di applicazione, prontezza di intervento e un costo che cresce poco col crescere della potenza controllata, ci si rende conto perchè essi si siano diffusi attualmente in maniera notevole nel campo delle regolazioni di precisione, e perchè sia naturale pensare che li attenda un futuro sempre più ricco di promesse.

3. - CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO DI UN REGOLATORE.

Una regolazione automatica deve rispondere a parecchie condizioni; anzitutto, caratteristica proporzionale fra comando ed esecuzione (o anche, eventualmente, una diversa caratteristica) e prontezza; poi, assenza di pendolamenti attorno al valore di stabilizzazione.

Poichè ovviamente gli errori (e le correzioni) attorno ad un valore medio si possono verificare in versi opposti, la prontezza (cioè la riduzione al minimo dell'inevitabile ritardo fra squilibrio e correzione), è essenziale, giacchè se gli squilibri e le correzioni si susseguono in senso inverso con una certa frequenza, un forte ritardo della correzione non solo non le consente di arrivare in tempo ma addirittura può aggiungere un nuovo errore, peggiorando quello che avrebbe dovuto correggere.

La correzione è un effetto di controreazione; ma se è troppo ritardata, diviene una reazione positiva.

È chiaro che lo stesso ritardo assoluto incide tanto più gravemente quanto maggiore è la frequenza di intervento; cioè, ciò che conta è il ritardo

Fig. 2. - Schema generale dell'apparecchiatura. È indicata la forma delle tensioni disponibili alle quattro uscite. Non sono indicate le alimentazioni.

relativo della correzione rispetto all'intervallo di tempo minimo fra una perturbazione (da correggere) e la successiva, che può pervenire a un regolatore. Si parla perciò di una frequenza propria di funzionamento del regolatore.

Esiste quindi, per ogni servomeccanismo, una frequenza limite del comando, al di là della quale non è rispettata nè la proporzionalità nè la fase della correzione. È molto importante esaminare la frequenza limite e lo sfasamento limite di un servomeccanismo.

Per pendolamenti si intende quel funzionamento dovuto a una correzione superiore all'errore che deve correggere; ogni correzione produce quindi un nuovo errore che a sua volta viene corretto dal regolatore causandone ancora un altro ecc., col periodo proprio del complesso regolatore; a questi pendolamenti si sovrappongono le perturbazioni esterne, irregolarmente distribuite nel tempo, che sono quelle che il regolatore deve appunto correggere; ne risulta un funzionamento irregolare, con variazioni attorno al punto desiderato di regime di funzionamento, e che diventerebbero sempre più ampie se non provvedessero a limitarle, nella maggioranza dei casi, i naturali smorzamenti.

Il periodo proprio (che può essere di qualche secondo o di molti secondi) cresce con l'inerzia delle parti mobili e con i ritardi di funzionamento; ed è invece tanto minore quanto più elevate sono le forze di richiamo del regolatore.

4. - L'APPARECCHIATURA.

Finalità dell'apparecchiatura in descrizione è l'esame della « risposta » o modo di reagire di un regolatore (ampiezza e fase) a variazioni artificialmente impresse a un certo regime di funzionamento dal quale si parte.

L'apparecchiatura che descriviamo genera una tensione sinusoidale modulata che rappresenta appunto « un comando alternativo »; si introduce questo comando nel ciclo di regolazione e si rileva sia la differenza di ampiezza come la differenza di fase fra tensione di entrata e tensione di uscita, con un oscilloscopio sul quale compaiono i due segnali.

Si comprende che la visualizzazione del segnale rende assai evidenti le eventuali disfunzioni del servomeccanismo, e che l'apparecchiatura consente di fare questo esame a ognuna delle sezioni che costituiscono la catena di trasduzione e di individuare quindi l'elemento insoddisfacente.

L'apparecchiatura consente altresì l'esame dei transitori di oscillazione libera del sistema, come vedremo.

A differenza dei generatori di segnale campione per apparecchi radio, questo apparecchio ha una gamma di frequenza bassissima, che va da un minimo di 0,001 p/s (periodo di 17 minuti primi!) a un massimo di 30 p/s, secondo i vari apparecchi della serie; in ognuno di questi la gamma va da 1 a 200, coprendo un po' meno di otto ottave.

Frequenze così basse non sarebbero convenientemente amplificate se non fossero applicate a una portante, quale segnale modulatore; perciò viene generata dall'apparecchio una frequenza acustica che ha tale finalità. Facciamo seguire la descrizione del funzionamento dell'apparecchiatura; chi però abbia interesse soltanto alla sua applicazione pratica può senza altro passare al § 5.

L'apparecchio consta di due parti: l'una contiene il generatore della portante e due sincro (l'uno tenuto in rotazione a velocità regolabile ma rigorosamente stabilizzata, che ha funzione di modulatore alla frequenza voluta; l'altro, fisso, con compito di sfasatore). Vi è pure un generatore di segnali a denti di sega, sincronizzato col generatore della frequenza di modulazione; e inoltre vi sono gli amplificatori, i raddrizzatori d'alimentazione, ecc.

L'altra parte è costituita dal tubo oscilloscopico con i relativi amplificatori della deviazione verticale e orizzontale, e con i generatori delle tensioni di alimentazione del tubo. Prima di entrare nella descrizione dello schema, illustriamo brevemente il modo di usare l'apparecchio.

Inviando alle placche orizzontali dell'oscilloscopio la tensione a denti di sega e alle verticali la sinusoidale modulata (a portante soppressa) come è generata nell'apparecchio, sullo schermo compare una forma come quella di fig. 1 a).

Intercalando ora, sul percorso del segnale che va alle placche verticali, una rete elettrica, la tensione in arrivo all'oscilloscopio subisce una variazione di fase, funzione della frequenza e della caratteristica della rete. La figura sullo schermo compare come in fig. 1 b).

Un commutatore serve a deviare alternativamente all'oscilloscopio il segnale *prima* e *dopo* la rete elettrica in esame; il confronto fra le ampiezze delle due figure permette inoltre di determinare l'attenuazione dovuta alla rete elettrica.

Allora si provvede ad annullare lo spostamento di fase (chiaramente visibile confrontando le due figure 1 a) e 1 b) ruotando il secondo sincro del generatore e leggendo l'angolo di rotazione che è stato necessario per annullarlo. Si ottiene così lo spostamento di fase subito a una certa frequenza di lavoro; si ottiene pure l'attenuazione, misurata dal rapporto delle ordinate massime delle due figure. Un altro modo di usare l'apparecchio è quello di inviare sulla coppia di placchette deviatrici orizzontali dell'oscilloscopio il segnale *prima* della rete deformante e alle placchette verticali il segnale *dopo* la rete stessa, e esaminare la figura di Lissajous che ne risulta.

All'atto pratico, poichè in generale si tratta di esaminare il funzionamento di un regolatore automatico o di una parte di esso, l'elemento distorcente non è una rete elettrica ma il regolatore automatico stesso. In tale caso si ricorre a un trasduttore di entrata (che *converte* la tensione elettrica in un'altra grandezza capace di azionare il servomeccanismo) e a un trasduttore di uscita che compie la trasformazione inversa.

Si ottiene dallo stesso apparecchio un segnale rettangolare, aumentando fortemente l'amplificazione del segnale sinusoidale fino a saturazione; esso serve all'esame del comportamento rispetto ai transitori.

Eventualmente i transitori si possono registrare adottando un oscilloscopio registratore, e controllando poi la velocità di avanzamento del film per conoscere i tempi.

Possiamo dire che i due metodi di analisi accennati, (il rilievo dell'attenuazione e del ritardo a regime permanente, alle varie frequenze, e il rilievo dei transitori) si completino: il primo è molto utile durante il lavoro di analisi e di messa a punto delle varie parti di un prototipo o della messa a punto della stessa produzione di serie di un servomeccanismo; il secondo dice la parola definitiva sul complesso, funzionante come un tutto.

Naturalmente molto dipende dal comportamento dei trasduttori, che deve essere fedele, pronto e aperiodico assai più del servosistema in esame: anche però se ciò non è, si possono prima provare i trasduttori senza dispositivo di asservimento e prendere nota delle loro caratteristiche di ritardo e di attenuazione, a guisa di taratura; e poi operare sul dispositivo in prova, sottraendo dalle differenze trovate quelle inerenti ai trasduttori, alle stesse frequenza di lavoro.

Come abbiamo già detto l'apparecchio comprende (v. schema fig. 2) due sincro o alternatori trifasi con gli indotti (o statori) collegati normalmente in trifase. Dei rotori, uno (quello del sincro *G.S.*) non ruota ma è angolarmente spostabile per 180°; ha così la funzione di uno sfasatore. L'altro rotore (quello del generatore *G*) è tenuto in rotazione a velocità stabilizzata e regolabile da un gruppo costituito da motore *M* generatore tachimetrico *G.T.* e amplificatore di controllo *A.C.*

Se il rotore del sincro *G* fosse eccitato da una corrente continua, come nei comuni alternatori trifasi, verrebbe generata una tensione trifase sinusoidale, a una frequenza dipendente dalla velocità di rotazione (e regolabile fra 0,001 e 20 Hz); poichè invece è eccitato da una sorgente a frequenza più alta, regolabile fra 50 e 800 Hz (ovvero dalla frequenza fissa di 3900 Hz), dà luogo a un sistema trifase modulato alla frequenza acustica e con frequenza di portante regolabile. In ogni caso sul sincro sfasatore si ha un campo rotante sincrono con la frequenza di modulazione, che induce nell'avvolgimento rotorico una tensione modulata monofase della stessa frequenza.

La frequenza acustica di 3900 Hz è prodotta nell'apparecchio dall'oscillatore *gen.*; se si vuole una diversa frequenza essa deve essere portata dall'esterno. Sull'albero rotante del gruppo è pure calettato un interruttore di sincronizzazione *I.S.* per pilotare il generatore *B.T.* del segnale a denti di sega. Variando (a mezzo di un potenziometro P_1) la velocità stabilizzata del gruppo, si varia la frequenza di modulazione del segnale.

Un altro potenziometro P_2, calettato sullo stesso comando del primo, varia contemporaneamente la costante di tempo del circuito dell'asse dei tempi; il primo segnale, modulato sinusoidalmente a frequenza di modulazione bassissima e regolabile e a portante soppressa, e amplificato, è prelevabile in *A.U.* (v. schema fig. 2) e serve per la deviazione verticale (V_1); il secondo, a denti di sega di ampiezza costante, sincronizzato col precedente, serve per la deviazione orizzontale ed è prelevabile in O_1.

Vedremo che al sistema verticale si può portare un'altra uscita V_2, analoga a V_1 ma demodulata in *dem. A.U.*

Anche l'uscita orizzontale è duplice comprendendo, oltre la tensione a denti di sega, anche la tensione modulata, tramite un amplificatore *A.R.*

Girando il rotore dello sfasatore *G.S.* si può fare in modo che la tensione modulata preceda (fino a 90°) o ritardi (fino a 90°) rispetto all'asse dei tempi: (l'angolo di 90° o un quarto di periodo, è riferito al periodo di modulazione).

Si ottiene in tal modo la compensazione e la misura del ritardo dovuto al servosistema in prova.

Applicando alle placche orizzontali dell'oscilloscopio la tensione a denti di sega e alle placche verticali il segnale modulato a portante soppressa, se ne vede nell'oscillografo l'inviluppo, come in figura 1 a (a sinistra).

L'apparecchiatura è completata da un voltmetro e da un frequenziometro, entrambi elettronici.

5. - METODI DI PROVA - RISPOSTA IN FREQUENZA E IN FASE -

I rilievi di risposta in frequenza e in fase si fanno così:

Si realizzano i collegamenti come in figura 3, alimentando l'apparecchio analizzatore, oltre che con la tensione di alimentazione, con una tensione alternata (di frequenza compresa fra 50 e 800 Hz), per la portante; si collega l'apparecchio analizzatore con l'oscilloscopio; un deviatore *D* nell'apparecchio permette (a scopo di confronto) di inviare sull'oscilloscopio o il segnale verticale di uscita dell'apparecchio, che è pure inviato all'entrata del servosistema in prova, ovvero il segnale d'uscita del servosistema. All'oscilloscopio viene pure portato il segnale orizzontale.

Si regola la frequenza del segnale d'ingresso a un valore basso di fronte alla frequenza propria del sistema di asservimento; si regola infine l'immagine sull'oscilloscopio a un'ampiezza conveniente. A questa frequenza l'automatismo in prova dimostrerà differenze trascurabili fra uscita e entrata, gamma è compresa fra una frequenza alla qualo lo spostamento di fase sia molto piccolo e una frequenza che sia di parecchie ottave più alta della frequenza di risonanza naturale del sistema.

Contemporaneamente si fanno pure misure di ampiezza; il modo più conveniente è di osservare le ampiezze dell'inviluppo come si presentano sullo schermo dell'oscilloscopio. Si possono così tracciare diagrammi di attenuazione e di ritardo in funzione della frequenza.

Fig. 3. - L'analizzatore invia il segnale di comando al motore a velocità stabilizzata, tramite l'amplificatore; il segnale variabile, rappresenta la tensione di riferimento alla quale lo stabilizzatore deve continuamente adeguarsi; il complesso funziona così anche da trasduttore di entrata.
La velocità di rotazione, trasformata nel riduttore, costituisce l'uscita; mentre essa da una parte, tramite il generatore tachimetrico *G.T.* chiude il ciclo di stabilizzazione, d'altra parte, nel trasduttore *T.R.* genera la tensione di uscita da inviare all'oscilloscopio.
È indicato il deviatore *D* che permette di inviare all'oscilloscopio alternativamente il segnale a monte e il segnale a valle.

sia sull'ampiezza che sulla fase; cioè, agendo sul deviatore *D*, si otterranno alternativamente sullo schermo dell'oscilloscopio due figure praticamente uguali.

Il segnale d'uscita dell'automatismo in prova sarà sostanzialmente in fase con l'asse dei tempi e l'immagine apparirà come in figura 1 a) (a sinistra) in entrambe le posizioni del deviatore *D*.

Però aumentando la frequenza di modulazione, il servodispositivo in prova mostrerà un certo ritardo del segnale modulato rispetto all'asse dei tempi; l'immagine sull'oscilloscopio dopo il servosistema apparirà come in figura 1 b).

Rotando allora l'albero dello sfasatore, si può riportare il segnale perfettamente in fase con l'asse dei tempi, come in figura 1 a). Si fa cioè in modo che il segnale al servodispositivo in prova sia anticipato rispetto al segnale a denti di sega di un tempo sufficiente a compensare il ritardo che ha luogo nel servo-dispositivo stesso. L'angolo di rotazione effettuato si legge direttamente sul quadrante dello sfasatore.

Si procede analogamente per vari valori della frequenza, opportunamente scelti su tutta la gamma che interessa, prendendo nota per ciascuno dello sfasamento trovato. In genere questa

Nello strumento è previsto anche un altro modo di misurare l'angolo di sfasamento. Invece di applicare alle placche orizzontali dell'oscilloscopio la tensione a denti di sega vi si applica un segnale derivato dallo statore dell'alternatore rotante (O_2 di fig. 2). Con questo metodo, mentre alle placche verticali è applicato ancora il segnale modulato a portante soppressa proveniente dal dispositivo di asservimento in prova (segnale di uscita) alle placche orizzontali è applicato lo stesso segnale ma prima del servosistema (segnale di entrata).

Se gli inviluppi dei due segnali sono in fase, il segnale risultante è un segmento a 45°; se però non sono in fase, ne risulta una rosetta. Si gira allora il rotore dello sfasatore fino a ritrovare sull'oscilloscopio la figura come prima; e, come prima, lo spostamento si legge sul quadrante del rotore. L'ampiezza dell'uscita si ottiene misurando verticalmente l'ampiezza della figura.

6. - USO DELL'APPARECCHIO; NECESSITÀ DELLA TRASDUZIONE.

Premesso che il complesso dell'apparecchio regolato e del regolatore costituisce un sistema capace di oscil-

lare, ma fortemente smorzato, è evidente che esso tenderà a oscillare più ampiamente alla propria frequenza naturale mentre non potrà seguire oscillazioni a frequenza molto maggiore di quella; la prima caratteristica che interessa è dunque quella della « risposta » di funzionamento alle varie frequenze, a cominciare da alcune ottave sotto la frequenza propria (2) e a finire alla frequenza a cui la risposta si riduce sempre più rapidamente, cioè a varie ottave sopra la frequenza propria.

Un'altra caratteristica essenziale è lo sfasamento con cui il sistema oscillante esegue i comandi, cioè il rapporto fra spostamento nel tempo e periodo della frequenza di prova; alle frequenze

Fig. 4. - Oscillazioni di un sistema non completamente aperiodico (a scarso smorzamento); le oscillazioni sono visibili nell'inviluppo della grandezza alternata.

molto basse, non si ha praticamente sfasamento; esso cresce con la frequenza.

Tutto quanto precede si applicherebbe senz'altro a sistemi puramente elettrici: abbiamo visto invece che l'apparecchio descritto è stato concepito sopratutto per sistemi di regolazione meccanici (pneumatici o oleodinamici); in questo caso occorre un apparecchio capace di tradurre in variazioni di una grandezza meccanica le oscillazioni elettriche generate dal Servoscope e ritradurre i risultati dell'azionamento in una tensione elettrica applicabile all'oscilloscopio. Serve all'uopo il trasduttore, che è un dispositivo atto a trasformare il segnale elettrico entrante in una grandezza meccanica da applicare in entrata (come per esempio, per il caso dei sistemi idraulici e oleodinamici, in una pressione); il trasduttore può essere una valvola a solenoide o un posizionatore. Quanto al trasduttore meccano-elettrico di uscita, necessario per ritrasformare la grandezza meccanica uscente in una elettrica per l'oscilloscopio, ci sono molti dispositivi che possono essere usati per convertire un'uscita meccanica in un segnale elettrico a risposta lineare e indipendente dalla frequenza (quali potenziometri, sincro, estensimetri ecc.).

La risposta in frequenza di qualsiasi sistema meccanico o di qualsiasi componente di un sistema meccanico si può quindi trovare facendo uso dell'apparecchiatura descritta sopra e dei necessari trasduttori elettromeccanici. Se la non-linearità di risposta di questi ultimi è apprezzabile, bisogna tenerne però conto nel ricavare la caratteristica di frequenza dei sistemi di asservimento, misurandone separatamente le caratteristiche.

Facciamo un esempio per essere più chiari: (v. fig. 4).

Un regolatore automatico debba agire su una valvola idraulica onde mantenere costante la pressione a valle di essa.

La pressione effettiva viene rilevata da un trasduttore che la trasforma in una grandezza elettrica, p.es. una tensione; questa viene portata al regolatore e confrontata con una grandezza analoga di riferimento (raffigurata in figura dallo schema di un potenziometro); ove il valore effettivo della pressione (e quindi della tensione elettrica che ne è funzione) non coincida con quello voluto, il valore della tensione elettrica generata dal trasduttore sarà diverso da quello di riferimento; la differenza, amplificata, comanda un regolatore elettronico che aziona, in senso opportuno, un motorino a corrente continua, il quale agisce a una volta sulla valvola idraulica fino a realizzare la giusta pressione; per il controllo si ha dunque 1) il confronto fra le due tensioni, 2) l'amplificazione della differenza e 3) la regolazione della tensione atta a alimentare il motorino.

Per provare questo sistema verrà variata (con la frequenza molto bassa e regolabile, generata dal Servoscope) la tensione di riferimento che, nel caso in esempio, rappresenta l'entrata del regolatore; e verrà prelevata la tensione generata dal trasduttore *R.T.*, funzione della pressione effettivamente realizzata, che rappresenta l'uscita. Entrata e uscita verranno confrontate sull'oscilloscopio, come si è detto.

7. - METODI DI PROVA RISPETTO AI TRANSITORI.

Per ottenere la risposta ai transitori di un sistema « a corrente continua » si utilizza il segnale rettangolare generato dall'apparecchio (segnale pure in sincronismo con il segnale a denti di sega). Applicando questo segnale rettangolare direttamente alle placche verticali e quello a denti di sega alle orizzontali, la figura sull'oscilloscopio risulta a greca.

Se il segnale rettangolare è applicato al sistema in corrente continua da studiare e l'uscita di questo è applicata alle placche verticali, la figura risultante è funzione del fattore di smorzamento dell'apparecchiatura in prova.

Le grandezze interessanti, concernenti il comportamento in transitorio del sistema, possono essere ricavate dalla figura di questa prova; esse sono: punta massima di oscillazione, gradiente o ripidità di risposta, eventuale ritardo all'inizio (tempi morti), eventuali sovrimpulsi. A

(2) - Ricordiamo che un'ottava *sopra* corrisponde alla frequenza doppia, un'ottava *sotto* corrisponde alla frequenza metà; così quattro ottave sotto è $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = 2^{-4} = 1/16$ della frequenza di partenza.

Acceleratore lineare per ricerche radiochimiche.

Entro l'autunno prossimo, secondo quanto ha annunciato la Commissione americana per l'Enercia Atomica (ARC), entrerà in funzione presso il Laboratorio Nazionale Argonne di Lemont un potente acceleratore lineare di nuovo tipo, che sarà in grado di fornire una risposta definitiva ad alcuni interrogativi riguardanti i fenomeni che si producono durante le reazioni chimiche catalizzate o sviluppate da reazioni nucleari.

Gli scienziati dell'AEC addetti al Laboratorio si ripromettono di individuare i prodotti intermedi di breve durata nelle reazioni catalizzate con radiazioni nucleari. La conoscenza di questi importanti prodotti e del meccanismo della reazione fondamentale che si verifica dovrebbe consentire, a detta degli scienziati, di assicurare una migliore protezione degli organismi viventi dagli effetti negativi delle radiazioni e di adoperare con maggiore proprietà le radiazioni nella conservazione delle derrate e nella produzione di nuovi composti chimici.

L'acceleratore sarà in grado di produrre per ciascun impulso un fascio di elettroni da 280 mA con una cadenza di 1.800.000.000 di miliardi di elettroni al secondo. L'energia degli elettroni sarà controllata da 1 a 18 milioni di elettronivolt. A differenza degli altri acceleratori, il cui fascio di emissione ha un'ampiezza molto maggiore e viene diffuso su vaste zone al fine da evitare la fusione degli sbocchi di metallo, il nuovo acceleratore disporrà di un fascio ristretto di elettroni avente un diametro massimo di 1 centimetro, grazie all'adozione di sbocchi di nuova progettazione.

Questa caratteristica potrà creare le condizioni ideali per consentire agli scienziati di osservare in concentrazioni sufficienti e di identificare alcune particelle di materia di breve durata, quali gli joni e i radicali liberi.

Come è noto, da parecchi anni gli scienziati hanno accertato che gli elettroni ad alta energia ed i raggi gamma provocano reazioni chimiche, senza che sia stato però possibile determinare la precisa natura del fenomeno. Ad eccezione dei gas diluiti, le informazioni sui prodotti intermedi di breve durata sinora acquisite sono state dedotte operando sui prodotti finali a ritroso, oppure esaminando le reazioni di sostanze, quali lo jodio, che assorbono o prelevano i cosiddetti radicali liberi, ossia guei gruppi di atomi che tendono a spostarsi in blocco nelle reazioni chimiche e che hanno un'esistenza a se.

La costruzione del nuovo acceleratore lineare è stata affidata all'Applied Research Corporation della California, società format quattro anni or sono da fisici e tecnici precedentemente addetti al Laboratorio Radiazioni dell'Università della California.

(u.s.)

Spedito in Belgio il reattore americano che figurerà alla Fiera di Bruxelles.

Al termine di accurate prove di laboratorio presso lo stabilimento dell'Aeroject-General Nucleonics a San Ramon (California), il primo reattore portatile a piscina, destinato a figurare nel padiglione statunitense all'Esposizione Universale di Bruxelles, è stato spedito il 29 marzo per mezzo di aerei in Belgio.

Il reattore, designato AGN-211, è stato posto in funzione a San Ramon nel mese scorso con appena 780 grammi di U-235. Il combustibile nucleare è del tipo omogeneo, mentre alla moderazione della fissione provvede un composto polietilenico.

Il reattore, che oltre ad essere impiegato per l'addestramento e le ricerche può produrre anche radioisotopi, è in grado di funzionare ad una potenza continua di 100 W e aduna potenza discontinua di 1000 W.

(u.s.)

Filtri Separatori per Sistemi a più Antenne*

NEGLI ULTIMI anni con il crescente sviluppo delle onde metriche e decimetriche si è reso più difficile il problema delle antenne. Per le onde lunghe medie e corte basta un'unica antenna non sintonizzata, per le onde ultracorte (UC) occorrono invece tante antenne sintonizzate quante sono le bande che si vogliono ricevere e altrettante linee di antenne. Si può però usare una sola linea fra il gruppo di antenne e il gruppo di apparecchi riceventi se queste vengono collegate alla linea attraverso adatti filtri di frequenze.

Fig. 1. - Schema di collegamento per filtri di frequenza.

1. - FILTRI PASSA-ALTO e PASSA-BASSO.

Il denominatore comune delle antenne sintonizzate, delle linee e delle entrate degli apparecchi è *l'impedenza caratteristica.* Quando si collegano vari sistemi, per non avere delle dannose riflessioni, occorre fare in modo che l'impedenza caratteristica nel punto di collegamento sia la stessa dalle due parti. È per questo che non si possono collegare direttamente più antenne o più ricevitori alla stessa linea.

Nella fig. 1 si vede lo schema di collegamento per l'alimentazione con un'unica linea di un ricevitore TV e di un ricevitore radio per onde UC; il primo viene alimentato attraverso due filtri passa-alto che lasciano passare solo le frequenze superiori e un certo limite e il secondo viene alimentato da due filtri passa-basso. L'impedenza caratteristica di tutti gli elementi è di 240 Ω che corrisponde a quella di una linea in piattina. Anche i filtri hanno una impedenza di 240 Ω, sembrerebbe quindi che la linea fosse chiusa su una impedenza di 120 Ω. Occorre però precisare che l'impedenza caratteristica dei filtri vale 240 Ω per le frequenze di passaggio ed ha un valore elevatissimo per tutte le altre frequenze. Quindi al variare delle frequenze la linea resta chiusa sempre su 240 Ω.

2. - FILTRI PASSA-BASSO.

La fig. 2 *a* mostra il filtro passa-basso più semplice possibile. Esso è formato da una bobina in serie e da un condensatore in derivazione. Nella fig. 2 b, che dà l'attenuazione in funzione della frequenza si vede che esso permette il passaggio solo delle frequenze inferiori alle *frequenze di taglio* f_g. Questo comportamento è facile da spiegare se si pensa che per le basse frequenze l'impedenza della bobina è piccola e quella del condensatore è grande; quindi le frequenze basse passano praticamente indisturbate. Il contrario succede alle frequenze alte. La frequenza di taglio è quella per la quale l'impedenza della bobina è uguale a quella del condensatore.

Per il calcolo di questo filtro conviene supporre che la sua impedenza di entrata Z_e sia uguale alla sua impedenza di uscita Z_u e che le due siano uguali alla impedenza caratteristica del cavo Z:

$$Z_e = Z_u = Z = \sqrt{\frac{L}{C}} \qquad [1]$$

In corrispondenza della frequenza di taglio stabilita f_g l'impedenza della bobina deve essere uguale a quella del condensatore:

$$2\pi \cdot f_g \cdot L = \frac{1}{2\pi \cdot f_g \cdot C} \qquad [2]$$

da cui

$$f_g = \frac{1}{2\,\pi\sqrt{L \cdot C}} \qquad [3]$$

che è la nota formula di Thomson. Si vede che essa può essere soddisfatta da infinite coppie di valori L e C. Noi però dovremo scegliere solo quella coppia che soddisfi alla formula [1].

Si può verificare subito la [1] corrisponde alla relazione:

$$Z = X_L = X_C \qquad \text{per } f = f_g$$

e allora si ricava:

$$L = \frac{Z}{2\pi \cdot f_g} \qquad [4]$$

$$C = \frac{1}{2\pi \cdot f_g \cdot Z} \qquad [5]$$

3. - FILTRI PASSA-ALTO.

La fig. 3 *a* mostra il filtro passa-alto più semplice possibile. Le basse frequenze non passano perchè C offre una grande impedenza e L una bassa impedenza. Viceversa per le alte frequenze. La frequenza di taglio è ancora quella per la quale la reattanza capacitiva è uguale alla reattanza induttiva. La fig. 3 *b* mostra l'amplificazione in funzione della frequenza. Per il calcolo degli elementi L e C si ripetono le stesse considerazioni del caso precedente e si arriva alle stesse formule [4] e [5]. Quindi gli elementi per i filtri passa-alto e passa-basso devono avere lo stesso valore, l'unica differenza è che sono scambiati di posto.

Fig. 2. - Filtro passa-basso e curva di passaggio.

Fig. 3. - Filtro passa-alto e curva di passaggio.

4. - FILTRI PER CAVO COASSIALE.

Con quanto abbiamo finora appreso siamo già in grado di tracciare lo schema della fig. 4. In esso la linea di trasmissione è costituita da un cavo coassiale che ha una impedenza caratteristica di 60 Ω. Questo caso è notoriamente dissimmetrico perchè i due con-

(*) RENARDY, A., Frequenzweichen fur kombinierte Empfangsantennen, Funkschau, gennaio 1958, XXX, 2, pag. 31.

duttori non sono uguali ed anche i filtri sono dissimmetrici perchè gli elementi inseriti in uno dei conduttori non compaiono anche nell'altro. Nella fig. 5 si vedono le curve di funzionamento del sistema. La frequenza di

un'attenuazione non sempre ammissibile in pratica.

5. - FILTRI PASSA-BASSO A PIÙ ELEMENTI.

In pratica non si adoperano mai

Fig. 4. - Circuito con filtri passa-alto e passa-basso semplici.

taglio è stata fissata a 140 MHz. La banda di onde UC va da 88 a 100 MHz e quella televisiva da 174 a 216 MHz.

Qualcuno potrebbe ora chiedere se non sia possibile collegare fra loro antenne, linee e ricevitori di impedenza caratteristica diversa. Ciò è senz'altro possibile: occorre però usare dei filtri che abbiano l'impedenza di entrata diversa da quella di uscita. Però ciò esula dal nostro compito e quindi rimandiamo alla letteratura specializzata, anche perchè questi filtri danno

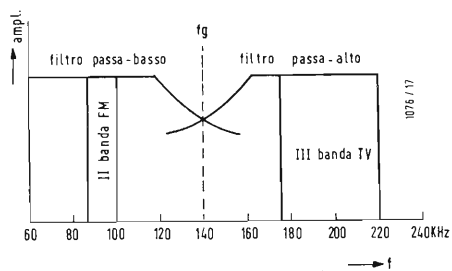



Fig. 5. - Curve di passaggio di un filtro di frequenze con frequenza di taglio a 140 MHz.

Fig. 6. - Filtri passa-basso a più elementi.

filtri costituiti da un solo condensatore e una sola bobina ma si preferisce usare più elementi per avere una curva di passaggio con fianchi più ripidi e per ottenere una maggiore differenza di attenuazione ai due lati delle frequenze di taglio. Nella fig. 6 si vedono tre tipi di filtro passa-basso multipli: il primo è dissimmetrico e gli altri due simmetrici. Per spiegare come si calcolano questi filtri consideriamo prima il sistema di misura dell'impedenza di una linea a piattina. La formula [1] ci dice che l'impedenza è uguale alla radice quadrata del rapporto fra l'induttanza dei conduttori e la capacità fra i conduttori stessi. Nella figura 7 si misura dapprima la capacità C fra i due conduttori, di un tratto di linea e poi si misura l'induttanza degli stessi conduttori chiudendo l'estremità in cortocircuito. Il costruttore delle linee per raggiungere il desiderato valore dell'impedenza può agire sul diametro dei conduttori sulla loro distanza e sul dielettrico. Il valore dell'impedenza è indipendente dalla lunghezza della linea perchè i valori di L e C che entrano nella formula [1] sono entrambi proporzionali alla lunghezza della linea e quindi il loro rapporto rimane costante.

Se ora si pensa di collegare a una linea una bobina in serie e un condensatore in parallelo in modo che le due reattanze siano uguali, l'impedenza caratteristica rimarrà la stessa perchè resta costante il rapporto fra L e C.

Nella fig. 6 *a* i valori di L e di C sono quelli calcolati con le formule [4] ed essi vengono chiamati unità. Supponiamo ora di collegare il lato sinistro del cavo con un tratto di linea cortocircuitato all'estremità e il lato destro con un misuratore di induttanza. Si vede allora che le bobine vengono a trovarsi in serie con l'induttanza del cavo. Si hanno in tutto quattro unità ($4\,L$) in serie, quindi nel numeratore

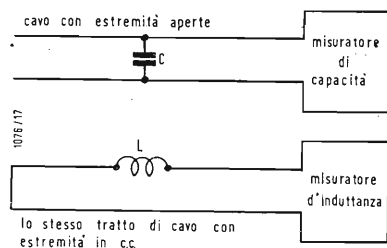



Fig. 7. - Schemi per la misura di L e di C nei cavi a piattina.

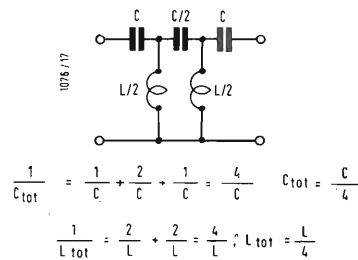
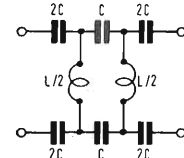



Fig. 8. - Filtro passa-alto asimmetrico e simmetrico a due elementi.

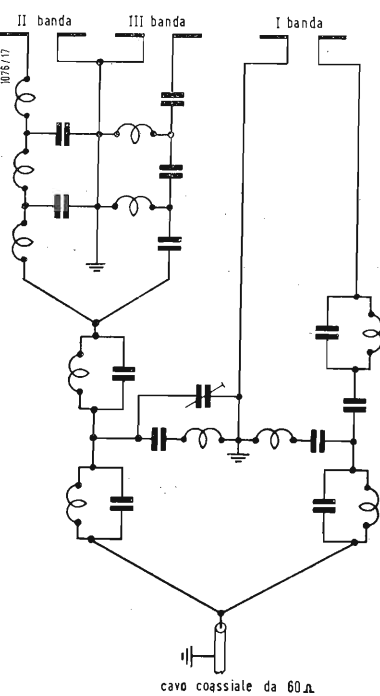



Fig. 9. - Circuito per il collegamento di tre antenne sintonizzate.

rassegna della stampa

Fig. 10. - Filtro passa-basso a doppio filtraggio.

Fig. 11. - Filtro passa-alto a doppio filtraggio.

Fig. 12. - Filtro passa-banda.

Fig. 13. - Filtro arresta-banda.

della formula apparirà il valore $4\,L$; analogamente si hanno quattro unità di capacità ($4\,C$) in derivazione e il denominatore diventa $4\,C$. Semplificando i due 4 si vede che il valore dell'impedenza rimane costante.

In modo simile si può verificare anche la composizione dei filtri delle fig. 6 *b* e 6 *c*.

6. - FILTRI PASSA-ALTO A PIU ELEMENTI.

Nel calcolo di questi filtri si procede in modo analogo al caso precedente.

Si vede che nella fig. 8 i condensa-

Fig. 14. - Esempio di calcolo di un filtro di frequenza.

tori vengono a trovarsi in serie con la capacità della linea e viceversa che le bobine sono in parallelo alla sua induttanza. Poichè però la capacità totale e l'induttanza totale sono uguali ad ¼ dell'unità è evidente che il rapporto sotto radice rimane invariato.

7 - FILTRI CON CIRCUITI RISONANTI.

I filtri passa-alto e passa-basso finora considerati sfruttano la variazione di impedenza delle capacità e delle induttanze in funzione della frequenza. In certi casi è però necessario ricorrere anche ai circuiti risonanti; uno di questi casi può essere quello di tre antenne sintonizzate collegate alla stessa linea. Se si vogliono ricevere le bande I, II e III può servire per esempio il circuito della fig. 9. Nel quale le tre antenne vengono collegate ad un cavo coassiale da 60 Ω. Senza voler entrare in particolari si vede subito che oltre ai filtri passa-alto e passa-basso per le

Fig. 15. - Filtri a circuiti di blocco per due antenne di due canali televisivi nella banda III.

bande II e III esistono altri sei circuiti risonanti. Vedremo però più avanti che questo circuito abbastanza complicato è formato da elementi molto semplici.

8. - FILTRO PASSA-BASSO A DOPPIO FILTRAGGIO.

Per migliorare la curva di un filtro passa-basso si può come in fig. 10 sostituire alla bobina un circuito risonante parallelo $L\,C$, sintonizzato su una frequenza f_2 un pò superiore a f_g che corrisponde alla risonanza di $L\,C_2$. Questo filtro ha il fianco della curva di passaggio più ripido. Per il calcolo degli elementi si usano le formule [6] [7] e [8] in cui compare il rapporto f_2/f_g che normalmente ha dei valori compresi fra 0,8 e 0,95.

$$L = \frac{Z}{\pi \cdot f_2} \qquad [6]$$

$$C_1 = \frac{1}{4\,\pi \cdot f_2 \cdot Z} \qquad [7]$$

$$C_2 = C_1 \left[\left(\frac{f_2}{f_g} \right)^2 - 1 \right] \qquad [8]$$

9. - FILTRO PASSA-ALTO A DOPPIO FILTRAGGIO.

È rappresentato nella fig. 11 ed è simile a quello precedente. Anche questa volta c'è la libera scelta del rapporto f_1/f_g al quale si danno ancora dei valori fra 0,95 e 0,8. Le formule sono:

$$L_1 = \frac{Z}{\pi \cdot f_1} \qquad [9]$$

$$C = \frac{1}{4\,\pi \cdot f_1 \cdot Z} \qquad [10]$$

$$L_2 = \frac{1}{C \left[1 - \left(\frac{F_1}{f_g} \right)^2 \right] \cdot (2\,\pi\,f_g)^2} \qquad [11]$$

10. - FILTRI PASSA-BANDA E SOPPRESSORI DI BANDA.

Con opportune combinazioni di circuiti risonanti serie e parallelo si possono costruire dei filtri che, o lasciano passare una gamma determinata di frequenze bloccando tutte le altre o bloccano una sola gamma di frequenze lasciando passare tutte le altre. Chiameremo con f_u e f_o le frequenze che delimitano la gamma e con f_m la frequenza media.

La larghezza di banda sarà b.

$$f_m = \sqrt{f_o \cdot f_u} \qquad b = f_o - f_u$$

Il filtro della fig. 12 è un passa-banda. Le formule per il calcolo degli elementi sono le seguenti:

$$L_1 = \frac{Z}{2\,\pi \cdot b} \qquad [12]$$

$$L_2 = \frac{Z \cdot b}{2\pi \cdot f_u \cdot f_o} \qquad [13]$$

$$C_1 = \frac{b}{2\pi \cdot Z \cdot f_u \cdot f_o} \qquad [14]$$

$$C_2 = \frac{1}{2\pi \cdot Z \cdot b} \qquad [15]$$

Il filtro della fig. 13 è un soppressore di bande. Le formule per il calcolo degli elementi sono le seguenti:

$$L_1 = \frac{b \cdot Z}{2\pi \cdot f_u \cdot f_o} \qquad [16]$$

$$L_2 = \frac{Z}{2\pi \cdot b} \qquad [17]$$

$$C_1 = \frac{1}{2\pi \cdot Z \cdot b} \qquad [18]$$

$$C_2 = \frac{b}{2\pi \cdot Z \cdot f_o \cdot f_u} \qquad [19]$$

11. - UN ESEMPIO PRATICO.

Consideriamo il circuito della fig. 14; le sue curve sono riportate nella fig. 5. Si tratta di un'antenna TV per la III banda (174-216 MHz) e di un'antenna per onde UC (88-100 MHz) collegate ad da un'unica linea di antenna costituita una piattina da 240 Ω.

Le frequenze limiti dei filtri sono state scelte uguali e pari a 140 MHz. Tutte le bobine sono in filo di rame laccato da 0,4 mm avvolte su un nucleo di 4 mm e impregnate in lacca per garantire la costanza delle caratteristiche. L'unità di capacità vale 4,8 pF e quella di induttanza 0,27 μH che corrisponde ad una bobina di 8 spire.

Alla fine della linea ci sono naturalmente altri due filtri.

12. - ALTRI ESEMPI PRATICI.

Se si vogliono ricevere due trasmettitori televisivi da due direzioni diverse occorrono due antenne orientate in modo diverso. Se i due trasmettitori distano almeno due canali le due antenne si possono collegare alla stessa linea attraverso il circuito della fig. 15. In serie a ciascuna antenna esiste un circuito risonante parallelo che blocca la frequenza dell'altra antenna.

L'andamento delle curve di passaggio mostra che il circuito L_2 C_1 C_2 è sintonizzato sulla frequenza di 198 MHz che corrisponde al centro del canale 8, invece il circuito L_3 C_3 C_4 è sintonizzato su 213 MHz centro del canale 10. Il filtro viene collegato al ricevitore attraverso un cavo coassiale. Non occorrono filtri in arrivo perchè il

Fig. 16. - Filtro per la combinazione di quattro possibilità di ricezione.

Fig. 17. - Filtro di frequenze con circuiti risonanti serie.

sintonizzatore del ricevitore è accordato sulla frequenza che si vuol ricevere.

Se si vogliono ricevere le onde medie, la banda I televisiva, la banda II in onde UC e la banda III televisiva si può adottare il circuito della fig. 16. L'andamento delle curve di passaggio lascia ben intravedere le frequenze di risonanza dei quattro circuiti paralleli. I due circuiti risonanti serie servono a cortocircuitare le frequenze non desiderate.

Nella fig. 17 si vede infine il circuito che serve a ripartire le frequenze nei due ricevitori.

(dott. ing. Giuseppe Baldan)

L'Esercito statunitense è stato autorizzato a lanciare 5 satelliti.

L'Esercito ha ricevuto l'autorizzazione a lanciare cinque satelliti artificiali nello spazio nel corso dell'Anno Geofisico Internazionale, che, come è noto, avrà termine il 31 dicembre di quest'anno.

Il portavoce dell'Esercito statunitense che ne ha dato notizia non ha precisato peraltro se l'« Explorer II » rientri o meno nel novero dei cinque satelliti. Mentre l'« Explorer I », lanciato il 31 gennaio, continua a ruotare intorno alla terra, l'« Explorer II », lanciato il 5 marzo, non riuscì ad entrare in orbita per la mancata accensione del quarto stadio del razzo vettore .

È stato annunciato inoltre che l'Esercito si propone di lanciare un satellite dotato di telecamere prima di dicembre.

Per tutti i lanci previsti verrà probabilmente impiegato lo stesso tipo di razzo vettore dell'« Explorer », cioè il « Jupiter C », pur non essendo esclusa l'eventualità che si ricorra all'impiego del razzo a gittata media IRBM « Jupiter », nel caso di tentativi di lancio con satelliti più pesanti.

Per la prima volta dopo il suo lancio, l'« Explorer » è stato fotografato il 18 marzo da una macchina per il rilevamento fotografico dei satelliti installata ad Olifantsfontein (Sud Africa). L'immagine mostra l'« Explorer » sullo sfondo delle stelle. Nel darne l'annuncio, l'Osservatorio Astrofisico Smithsoniano di Cambridge (Massachusetts) ha precisato che una squadra di osservatori volontari « Moonwatch » ha anche avvistato il « Vanguard I » alle ore 12,14 italiane del 19 marzo. (u.s.)

L'esplorazione dello spazio, tema di una rassegna americana presentata alla X Fiera di Cagliari.

In occasione della X Fiera di Cagliari, è stata allestita a cura dell'USIS una mostra speciale sul tema « Spazio senza Frontiere », che illustra il contributo statunitense all'esplorazione dello spazio nel quadro dell'Anno Geofisico Internazionale.

La rassegna, che restò aperta al pubblico dal 16 al 30 marzo, illustrava le tappe fondamentali della ricerca spaziale da Leonardo da Vinci ai primi tentativi dei vari pionieri, alla penetrazione nello spazio coi palloni e coi razzi e al lancio del primo satellite artificiale americano « Explorer ».

Numerosi pannelli che raffigurano i palloni stratosferici impiegati dagli scienziati statunitensi nell'ambito dei programmi « Stratolab » e « Skyhook », i razzi lanciati da palloni e quattro tipi di razzi-sonda per ricerche nell'alta atmosfera, completavano l'interessante rassegna.

Su una parete del padiglione americano era montata una grande riproduzione fotografica della partenza del razzo vettore « Jupiter C », che ha immesso in orbita il 31 gennaio 1958 il satellite « Explorer I », dalla base di Capo Canaveral.

Nel quadro delle manifestazioni promosse in occasione della Fiera di Cagliari, l'USIS ha organizzato una serie di proiezioni cinematografiche, nel corso delle quali vennero illustrati i principali programmi scientifici americani con documentari sulla esplorazione spaziale e su altri aspetti del contributo statunitense al progresso della scienza mondiale, in collaborazione con la Fondazione Rockefeller. (u.s.)

Orologio atomico

L'orologio atomico in funzione presso il Laborat–rio Nazionale di Fisica, Teddington, Middlesex, è talmente preciso che, secondo il British Horological Institute, il quale celebra il suo centenario quest'anno, è previsto l'errore di un secondo in trecento anni.

L'Istituto, una associazione professionale, venne fondato per sviluppare la scienza dell'orologeria ed incoraggiare la bontà della produzione. Durante tutta la sua storia esso è stato associato a grandi nomi dell'orologeria ed oggi ha studenti di ogni parte del mondo che partecipano ai suoi corsi per corrispondenza.

Big Ben, quando venne installato nel 1860, fu coperto da una clausola stabilente che non dovesse essere soggetto ad errori superiori a un secondo al giorno. Questo fatto, notevole per i suoi tempi, è del tutto messo in ombra dall'assoluta precisione oggi re lizzata dall'orologio atomico. *(u. b.)*

I raggi X scoprono una figura mancante in una tela del Tiziano

Un quadro della Collezione Reale inglese, attribuito a Tiziano, è stato ripristinato nel suo stato originario dopo che un esame ai raggi X ha rivelato una figura mancante, dipinta oltre quattro secoli fa. Il quadro, restaurato, è ora esposto al pubblico ad Hampton Court, Londra.

Da quando venne acquistato da Carlo I, il quadro ha sempre mostrato solo due figure, un ritratto di Tiziano e del suo amico, Andrea dei Franceschi. Vi era una zona vuota a destra della tela che faceva pensare mancasse qualche cosa e ciò per lo squilibrio del gruppo. Così il quadro fu sottoposto ai raggi X all'Istituto Artistico Courtauld, col risultato che vi è ora un terzo membro del gruppo — una figura di giovane a destra della tela.

Durante questi esami ai raggi X (che vengono presi analogamente a quelli di carattere medico) è stata rivelata anche una quarta figura — un ritratto di uomo a tre quarti, che venne abbandonato prima del completamento. Il gruppo del Tiziano fu dipinto sopra questo originale abbandonato.

Sir Anthony Blunt, Ispettore dei Quadri della Regina e Direttore dell'Istituto Courtauld, ha detto: « Avevo sempre pensato potesse esservi qualche cosa e ciò per la zona vuota a destra della tela. Il quadro mi era sempre sembrato strano con solo due figure ». La cancellazione del terzo membro del gruppo e il conseguente squilibrio della composizione rimangono sempre un mistero. Sir Anthony ha detto di non avere alcuna spiegazione da offrire. Per quanto riguarda gli esami ai raggi X per i quadri, egli ha spiegato che una lastra sensibile viene posta sotto la pittura da esaminare. I raggi X vengono quindi fatti passare attraverso il quadro. Alcuni pigmenti, particolarmente i bianchi, contengono del metallo, perciò vengono registrati e l'esaminatore può fare le sue deduzioni.

Si pensa che Tiziano, o qualcuno nel suo studio, cominciò a dipingere il ritratto non finito e lo abbandonò, per una qualche ragione. La tela era sempre utilizzabile e così quando ne occorse una, il ritratto non finito venne semplicemente verniciato e fu iniziata su di esso la nuova composizione.

Il quadro con le sue due figure era noto come « Tiziano e un Amico ». Ora dovrà essere ribattezzato. La testa di Andrea dei Franceschi si crede sia opera del Tiziano, ma le altre teste sono certo di diverso artista. Una teoria è che il quadro sia un esercizio della scuola del Tiziano. *(u. b.)*

Nuovo strumento di controllo per linee telefoniche

I centralinisti telefonici, che in passato dovevano contare sulla propria esperienza per decidere l'entità di guasti sulle linee interurbane, possono ora fare affidamento su di un « controllore » che non sbaglia; un nuovo apparato introdotto recentemente in Gran Bretagna.

L'apparato permette ai centralinisti meno esperti di accertare con esattezza quale sia il guasto su di una linea che non funziona a dovere sicchè i meccanici possono intervenire per riattare la linea senza ritardo. Lo strumento è portatile, pesa poco più di 13 kg e viene azionato da una corrente normale di 220 V. *(u. b.)*

L'attrezzatura radar più recente per il transatlantico « Mauretania »

Durante il periodo di tempo in cui il transatlantico « Mauretania » è rimasto in cantiere, a Liverpool, i tecnici hanno installato su questo bastimento nuovi trasmettitori di alta potenza, unitamente all'attrezzatura radar di tipo più recente, comprendente, tra l'altro, un indicatore di rotta.

I nuovi trasmettitori « Globespan », con ricevitori « Atalanta » e « CR 150 », consentiranno un servizio radiotelegrafico su frequenze alte e medie, oltre a comunicazioni radiotelefoniche nelle bande di media e di alta frequenza. L'assoluta segretezza delle conversazioni radiotelefoniche sarà assicurata da un sistema di inversione. È stato installato un trasmettitore « Reliance », da usarsi in casi di emergenza, mentre due delle scialuppe a motore della categoria « A » sono state attrezzate con apparecchi radio « Salvare ».

Uno dei trasmettitori « Oceanspan », in funzione prima che il « Mauretania » entrasse in cantiere, verrà usato adesso a titolo ausiliario, ma l'attrezzatura radiotelefonica che si trovava sul ponte è stata sostituita da una cabina per conversazioni. Inoltre, un trasmettitore-ricevitore « Nautilus », ad altissima frequenza, consentirà al transatlantico di usufruire del nuovo servizio istituito dalla direzione del porto di Southampton per agevolare i movimenti delle navi.

Il trasmettitore-ricevitore « Nautilus » consiste di attrezzatura radiotelefonica simplex-duplex ad altissima frequenza per le comunicazioni tra nave e nave, nonchè tra le navi e i porti. Esso consente una scelta rapida di uno dei 15 canali con controllo a cristallo nella banda da 154 a 165 megacicli al secondo. Il suo progetto è conforme a quanto fu raccomandato alla conferenza dell'Aja dal gennaio dell'anno scorso relativamente alle attrezzature ad altissima frequenza con modulazione di frequenza ad uso delle navi.

L'attrezzatura radar « Radiolocator » continuerà ad essere usata, dopo essere stata in servizio da qualche anno, tuttavia è stato installato adesso il nuovo « Radiolocator V », con schermo da 37,5 cm e indicatore di rotta. Quest'ultimo consente la scelta, mediante l'uso di un interruttore, del tipo di presentazione più adatto ad un determinato momento. *(u. b.)*

Misurazione della temperatura superficiale di una lastra di vetro

Finora si riteneva quasi impossibile misurare la temperatura della superficie di una lastra di vetro. I metodi per contatto sono impossibili, mentre i rilievi di radiazione non indicano tanto la temperatura della superficie stessa, quanto quella di ciò che si trova dietro il vetro. Come sarebbe infatti possibile isolare la temperatura di superficie di un corpo trasparente, attraverso il quale si può trasmettere tanto calore? Si sa infatti che si può godere il calore del sole che attraversa una finestra chiusa in una giornata d'inverno, mentre i vetri rimangono gelidi. Il calore che si sente proviene non dalla lastra di vetro, ma dal sole che le sta dietro.

Una ditta britannica ha però raggiunto l'impossibile. Essa ha recentemente messo a punto un nuovo pirometro da vetro che essa sostiene sia il primo, l'unico strumento al mondo capace di misurare e indicare direttamente la vera temperatura di qualsiasi punto della superficie di un vetro caldo, impiegando per questo non più di 5 secondi. La cosa più sorprendente è che il principio sul quale questo unico pirometro si fonda, è assai semplice, e quasi tutti lo conoscono.

Come è noto, il calore è costituito da radiazioni dello stesso tipo di quelle della luce e della radio, dalle quali differisce solo in lunghezza d'onda. La sensazione di calore si inizia nel momento in cui cessano le onde radio, cioè ad una lunghezza d'onda di circa mezzo centimetro.

Col crescere della temperatura, non solo aumenta la intensità di radiazione, ma se ne allarga anche la gamma, che si sposta verso lunghezze d'onda sempre più corte. Quando si supera il limite di un millesimo di millimetro, la radiazione diventa visibile, sotto forma di calor rosso dei corpi arroventati. Si giunge così al principio della gamma visibile, e siccome la radiazione termica si trova al di sotto dei fasci di luce rossa dello spettro della luce, si fa generalmente riferimento ad essa parlando di « raggi infra-rossi ».

Ma il vetro, sebbene trasparente a tutte le onde visibili, è impenetrabile ai raggi infra-rossi; anzi solo i raggi a lunghezza d'onda molto corta, cioè prossimi alla gamma visibile, possono attraversarlo. Per questo il calore luminoso del sole passa indisturbato attraverso il vetro, per esempio attraverso le lastre di una serra, ma quando viene nuovamente emesso sotto forma di onde assai più lunghe, non può di nuovo uscire, e per questo tiene calda la serra con le piante che vi sono contenute.

È appunto su questa gamma di raggi infrarossi lunghi che funziona il nuovo strumento; esso, per essere più esatti, si basa sulla gamma che va da 5 a 12 millesimi di millimetro. Una radiazione del genere proveniente da un pezzo di vetro, e per rilevare la quale non occorre contatto, può provenire solo dalla superficie, e non può mai essere trasmessa attraverso il vetro stesso. Questa intensità quindi dà la vera misura della temperatura di superficie.

Sarebbe troppo complicato addentrarsi nei particolari dell'ingegnoso modo nel quale si può isolare questa radiazione, ma quello che vogliamo sapere è quali sono i vantaggi pratici ottenibili da questo metodo di misurazione. La temperatura di superficie costituisce un fattore assai critico nella produzione del vetro, e può significare un prodotto di buona e di cattiva qualità, e d'altra parte può provocare molti scarti.

L'impossibilità di misurare questa temperatura, ha fatto sì che l'industria del vetro sia costretta a basarsi su metodi empirici, non attendibili e non coerenti. Ora sarà possibile servirsi di metodi di misura obiettivi, per ridurre gli scarti e, cosa anche più importante, per specificare per la prima volta l'esatta temperatura di ogni particolare operazione.

Si afferma che questo strumento è stato acolto con entusiasmo dovunque è stato provato, e che ha destato grande interesse in America. *(u. b.)*

Spettrometro del suono

La vibrazione costituisce un'arma a doppio taglio. Essa può riuscire utilissima rimuovendo materiale allo stato pulverolento lungo cinghie ascendenti da trasporto, oppure immagazzinando questi materiali pulverolenti in spazi limitati. Ma quando le vibrazioni non riescono utili, possono provare un'eccessiva usura o danni agli assi e alle parti mobili dei motori, che per quanto possibile debbono essere tenuti esenti da vibrazioni.

Una ditta britannica ha recentemente creato uno strumento che aiuterà moltissimo l'ingegnere nelle sue ricerche in questo campo.

Questo apparecchio, noto col nome di « spettrometro del suono » fu originariamente messo a punto per conto del laboratorio di ricerche dell'Ammiragliato, ed è in grado di raccogliere i rumore o la vibrazione meccanica di una certa parte di macchina, e di analizzarla in modo da dimostrare le frequenze delle quali è composta o la loro rispettiva intensità. L'ingegnere viene così messo in grado di appurare l'origine di ciascuna componente, e di ridurre o eliminare le vibrazioni.

Gli spettrometri del suono non sono una novità, ma lo strumento prodotto dalla ditta vanta la più ampia gamma finora creata, e può rilevare frequenze da 10 a 10.000 cicli per secondo, ed analizzarle in bande di un terzo di ottava. Si raggiunge questo fine a mezzo di 38 filtri attraverso i quali si fa passare il suono e la vibrazione, trasferita a mezzo di un pick-up non molto diverso da quello usato nei grammofoni. Questi filtri consistono di circuiti elettronici risuonanti a frequenze distanziate di un terzo di ottava, e che coprono 12 ottave della gamma totale dello strumento. Il risultato dell'analisi che ne con-

segue è reso visibile sullo schermo di un raggio catodico, e può venire fotografato.

Benchè destinato prima di tutto allo studio di complessi fenomeni sonori, lo spettrometro può venire usato nella maggior parte delle analisi di forma delle onde, nei collaudi di produzione di trasformatori ed amplificatori, nella misura delle vibrazioni delle eliche delle turbine e negli alberi rotanti, e nella determinazione delle sollecitazioni nelle parti strutturali. È quindi di grande interesse per l'industria aeronautica, di costruzioni navali, automobilistica ed edile.

In Gran Bretagna una nota ditta automobilistica se ne serve per rilevare e correggere i difetti di sbilanciamento nelle parti rotanti di una macchina. Inoltre la sua gamma di alta frequenza rende questo strumento particolarmente adatto alle prove sui motori a getto.

(*u. b.*)

Il « Vanguard » raggiunge nello spazio il primo satellite statunitense.

Alle ore 7 e 26 del mattino del 17 marzo, un razzo a tre stadi, appositamente ideato e costruito per immettere in orbita i satelliti scientifici del Programma Vanguard della Martin Company di Baltimore, si è distaccato dalla sua piattaforma di lancio a Capo Canaveral (Florida) con un piccolo satellite di prova di 16 cm di diametro.

Poco prima che il satellite fosse immesso in orbita, il Dipartimento della Difesa aveva annunciato con il seguente comunicato la piena riuscita delle operazioni previste per collocare in orbita la piccola sfera di prova:

« Gli strumenti del poligono di collaudo hanno accertato la riuscita della separazione dei tre stadi del razzo e della piccola sfera di prova trasportata entro l'ogiva del vettore, al posto di un satellite dotato di strumenti scientifici. Non si sa ancora se siano state raggiunte l'altezza e la velocità orbitali da parte della sfera di prova. Ciò dovrebbe essere accertato entro le prossime due ore ».

Fondamentalmente era stato escluso dagli scienziati addetti al Programma Vanguard che la sfera di prova avrebbe potuto essere immessa in un'orbita, nel corso dell'esperimento effettuato il 17 marzo. Le ragioni che avevano infatti consigliato l'inserimento della sfera di prova nel vettore erano soprattutto di fornire segnali radio per mezzo dei quali potesse essere accertata l'entità dell'accelerazione finale del terzo stadio del razzo vettore e di controllare il meccanismo di espulsione in vista del lancio dei satelliti da 50 cm dotati di strumentazione scientifica che verranno successivamente immessi in orbita nell'ambito del Programma Vanguard.

Dati gli scopi particolari del lancio effettuato il 17 marzo con un vettore a tre stadi denominato ufficialmente « TV-4 » o « Vettore di Prova 4 » (Test Vehicle 4), la piccola sfera dispone soltanto di due radiotrasmittenti e di un dispositivo atto a fornire indicazioni sulle variazioni di temperatura dell'involucro.

Fig. 1 - *Le orbite dei primi tre satelliti lanciati dagli Stati Uniti nel quadro della loro partecipazione all'Anno Geofisico Internazionale sono inclinate di circa 35° rispetto al piano dell'Equatore. L'inclinazione dell'orbrita del satellite sovietico « Sputnik II », disintegratosi il 13 aprile u. s., era di 65,4°.*

La trasmittente più potente da 108,00 MHz, in grado di fornire una emissione a radiofrequenza continua di 10 mW, è alimentata da una batteria a mercurio miniatura che dovrebbe rimanere in funzione per almeno due mesi. L'altra trasmittente, operante a 108,03 MHz con una potenza di circa 5 mW, è invece alimentata da sei convertitori solari disposti sull'invilucro della sfera, questi dovrebbero assicurare il funzionamento della trasmittente per un tempo illimitato.

Dato che le due trasmittenti sono sensibili alle variazioni di temperatura nell'involucro, con un'accuratezza di circa 5 gradi centigradi, la temperatura può essere rilevata a terra dalle stazioni di localizzazione « Minitrack », in base alla misura delle variazioni di frequenza dei segnali radio.

Mentre la sfera di prova è troppo piccola per poter essere osservata ad occhio nudo o con l'aiuto di un binocolo, il terzo stadio del razzo vettore che ruota intorno alla terra su un'orbita pressochè identica a quella della sfera di prova potrà essere osservato in condizioni particolarmente favorevoli di luce, cioè un'ora dopo il tramonto e un'ora prima dell'alba.

Il vettore di lancio a tre stadi che ha immesso in orbita il primo satellite di prova « Vanguard », o « Beta-1958 » secondo la tradizione astronomica, è alto complessivamente 21,6 metri ed ha un peso totale di 10.250 kg. Rispetto al « Jupiter C » impiegato per il lancio del satellite « Explorer », il suo peso è di circa un terzo e la sua spinta al momento del distacco dal suolo inferiore di circa tre volte.

La sua progettazione rappresenta un decisivo passo in avanti rispetto ai razzi sinora adoperati per l'esplorazione dell'alta atmosfera. Il « Vanguard » è infatti sprovvisto di piani di coda, è di costruzione interamente portante ed ha un peso al momento del lancio di appena 1.055 km di razzo e propellente per chilogrammo di carico utile.

Il primo stadio, a propellente liquido (ossigeno liquido e kerosene), ha fornito all'incirca il 65 % dell'energia occorrente per sollevare gli stadi residui ed il satellite all'altezza prestabilita per l'orbita e circa il 15 % della velocità orbitale richiesta.

Il secondo stadio del razzo vettore è azionato anch'esso da propelienti liquidi, cioè da acido nitrico fumante bianco e da idrazina-dimetile asimmetrici, immessi nella camera di combustione sotto la spinta di elio. Nel suo interno è contenuto il « cervello » dell'intero vettore che coordina le fasi del volo: volo a motore del primo stadio volo a motore del secondo, e volo per inerzia del terzo stadio. Un dispositivo collocato sulla sezione anteriore del secondo stadio ha permesso di imprimere al terzo stadio e al satellite una forte rotazione sull'asse longitudinale, al fine di assicurarne la stabilizzazione.

Il terzo stadio, a propellente solido, ha consentito al satellite, cui era unito da un meccanismo di espulsione a molle che è entrato in funzione all'atto dell'esaurimento della sua carica propulsiva, di raggiungere una velocità orbitale di oltre 28.000 km orari.

Secondo quanto ha precisato, il 18 marzo, il Laboratorio delle Ricerche Navali, il satellite « Vanguard I » descrive un giro completo intorno alla terra ogni 134 minuti su un'orbita che dista dalla superficie terrestre 652 km in corrispondenza del punto più vicino (o perigeo) e 3968 km in quello più lontano (o apogeo). Il satellite gira intorno alla terra con un'inclinazione di 34,1° rispetto all'equatore.

Il primo satellite statunitense « Explorer », immesso in orbita il 31 gennaio, impiega 114,95 minuti per una rotazione completa lungo un'orbita che dista da 363 a 2520 km dalla superficie terrestre. Al momento del lancio del « Vanguard I », l'« Explorer » aveva compiuto 558 giri intorno alla terra e continuava a inviare a terra i dati con la trasmittente da 108,00 MHz.

È stato inoltre annunciato che il « Vanguard I » potrà fornire senza interruzione la temperatura interna ed esterna del satellite, rispettivamente con la radio da 108,00 MHz alimentata da batterie a mercurio e con quella da 108,03 alimentata da batterie solari. Queste batterie, che consistono in sei « wafer » di silicio disposti sotto vetro in altrettanti punti della sfera di alluminio, dovrebbero durare almeno un anno. La loro durata sarà condizionata dal grado di erosione dei vetri che li proteggono dall'azione dei micrometeoriti.

Nel frattempo, gli esperti del Progetto Vanguard sono già all'opera per ideare un apparato televisivo, in grado di fornire immagini dallo spazio, che potrebbe essere montato su un satellite di maggiori dimensioni. Batterie solari con una superficie di almeno un metro quadrato — secondo quanto essi affermano — potrebbero generare energia elettrica atta a consentire il funzionamento soddisfacente di un impianto televisivo dallo spazio.

(u.s.)

Gli Stati Uniti comunicano i dati sui satelliti a tre Centri Mondiali dell'Anno Geofisico Internazionale.

Tutte le informazioni sull'alta atmosfera e sulle regioni inferiori dello spazio attualmente raccolte dai satelliti statunitensi di prova sono inviate ai tre Centri Mondiali dell'Anno Geofisico Internazionale.

Questi centri, istituiti per la raccolta permanente delle informazioni dell'AGI provenienti da qualsiasi fonte, registrano e classificano i dati, in maniera che ogni scienziato possa rapidamente rintracciare le informazioni relative all'Anno Geofisico che gli occorrono.

Le informazioni trasmesse per radio dai due « Explorer » e dal « Vanguard I » comprendono dati sulle temperature, sull'intensità dei raggi cosmici e sulla frequenza dei micrometeoriti nelle regioni da 200 km a circa 4000 km al di sopra della terra.

L'osservazione a terra dei satelliti sta dando la possibilità di precisare la forma e le dimensioni corrette dalla terra, nonchè di ampliare le cognizioni scientifiche per quanto riguarda la densità dell'atmosfera alle diverse quote, quella degli elettroni nei diversi strati elettrizzati della jonosfera e la natura e l'estensione del campo magnetico terrestre.

Gli altri satelliti artificiali che gli Stati Uniti si propongono di lanciare nel corso dell'Anno Geofisico saranno dotati di strumenti in grado di raccogliere una messe ancora maggiore di informazioni sull'alta atmosfera e sulle sue influenze sul tempo meteorologico, sulle radiocomunicazioni e su altre attività del mondo in cui viviamo.

I centri dell'AGI sono rispettivamente: il Centro A, gestito dagli Stati Uniti; il centro B, del quale è responsabile l'Unione Sovietica, e il Centro C, al cui funzionamento provvedono nove paesi dell'Europa Occidentale e dell'Estremo Oriente.

Il lavoro del primo Centro è diretto dell'Accademia Nazionale Statunitense delle Scienze. In realtà il Centro si articola in dodici Sottocentri minori, sparsi su tutto il territorio statunitense e in gran parte annessi ad università. Ciascuno di questi si occupa della raccolta e della classificazione dei dati di un settore particolare delle ricerche svolte durante l'AGI.

Mentre gran parte delle informazioni ottenute dai satelliti dell'AGI e dai razzi-sonda sono raccolte dall'Accademia Nazionale delle Scienze, i dati sui raggi cosmici vengono coordinati presso l'Università del Minnesota, le informazioni sulle attività del Sole dall'Università del Colorado, quelle sulle geomagnetismo dal Coast and Geodetic Survey.

Il Centro B si suddivide in due Sotto-centri rispettivamente situati a Novosibirsk (Siberia), per la raccolta di dati sul geomagnetismo, sulla longitudine e latitudine e sulla gravità terrestre, e a Mosca, per i dati sui raggi cosmici, la fisica della jonosfera, l'attività solare e le aurore.

Il lavoro di classificazione del Centro C è ripartito tra sette paesi europei, il Giappone e l'Australia. I paesi europei sono la Danimarca, la Francia, la Repubblica Federale Tedesca, la Gran Bretagna, l'Italia, la Svezia e la Svizzera.

I dati forniti dai satelliti sui raggi cosmici sono coordinati dal Giappone e dalla Svezia, quelli sulla jonosfera dal Giappone e dalla Gran Bretagna, quelli sul geomagnetismo dal Giappone e dalla Danimarca. Australia, Francia, Italia, Repubblica Federale Tedesca, Svizzera e Gran Bretagna provvedono infine alla raccolta dei dati sull'attività del Sole.

(u.s.)

Costituzione dei Calcolatori - Circuiti a Tubi Elettronici

(segue da pag. 179)

neratore di cerchio e l'immagine registrata è, di conseguenza, un puntino. Se invece la registrazione preesistente è un cerchio, la sua lettura non dà luogo ad alcun impulso, il circuito di soglia non blocca il generatore di cerchio, e viene anche in questo caso ripristinata la registrazione preesistente.

Il circuito di estinzione segnato in figura comanda la soppressione del pennello elettronico mentre le placchette di deviazione assumono i potenziali appropriati per centrare il fascio nel punto desiderato. Esso è operante di continuo, salvo negli istanti in cui si effettua la registrazione, la lettura o la rigenerazione di una immagine.

Poichè la persistenza delle immagini sullo schermo è molto breve, occorre sistematicamente provvedere alla loro rigenerazione: all'uopo è indispensabile alternare sistematicamente operazioni di lettura o registrazione con operazioni di rigenerazione. Quest'ultima operazione è già stata descritta dettagliatamente; la registrazione exnovo di un'immagine si effettua sempre azionando od escludendo il generatore di cerchio, per mezzo del circuito di soglia, comandato questa volta da un impulso proveniente dall'esterno del circuito di memoria vero e proprio. La lettura di una registrazione per la sua utilizzazione in macchina si effettua con le stesse modalità della rigenerazione, con la differenza che l'eventuale impulso uscente dall'amplificatore, oltre a comandare il circuito di soglia per ripristinare l'immagine originaria, viene inviato anche verso l'organo di utilizzazione.

Il tubo a raggi catodici impiegato in questo tipo di memoria è un normale tubo per strumenti: sul suo schermo è possibile registrare alcune decine di immagini per centimetro quadrato, le quali vengono rigenerate mediante una scansione di tipo televisivo, alla velocità di circa 50.000 al secondo. La lettura e la registrazione vengono invece effettuate posizionando il fascio sul punto desiderato mentre — come si è detto — esso viene momentaneamente estinto. Il tempo d'attesa necessario per il posizionamento del pennello elettronico è di qualche microsecondo.

Si può così ritenere chiusa la descrizione dei principali circuiti a tubi impiegati nei calcolatori elettronici; se ne sono descritti solo i più diffusi, ma le soluzioni o le varianti adottate in parecchi modelli sono numerosissime. Come accennato inizialmente, al giorno d'oggi anche nei calcolatori elettronici i tubi tendono a divenire tecnicamente superati, non solo per gli sviluppi della tecnica dei transistors, ma specialmente perchè in questo genere di circuiti si possono sostituire ai poliodi delle combinazioni di diodi, avvantaggiate rispetto ad essi quanto a dimensioni, consumo e riscaldamento. Di questi ultimi elementi si parlerà appunto in un prossimo articolo.

2. - BIBLIOGRAFIA.

(1) *High-Speed Computing Devices*, by the ERA Staff. McGraw Hill Book Company, 1950.

(2) *Automatic Digital Calculators*, by Booth and Booth. Butterworths Scientific Publications, 1953.

(3) *A Survey of Digital Computer Memory Systems*, by J. P. ECKERT, jr. Proceedings of the I.R.E. Ottobre 1953.

(4) *Present and Future of Storage Systems*, by F. C. WILLIAMS. Giornate della Scienza; Milano, 12-17 Aprile 1954.

I Tubi di Analisi Televisiva *(parte terza)*

(segue da pag. 152)

l'apertura esce una figura di scansione corrispondente all'immagine da trasmettere.

Nel dissector tube dunque l'immagine si sposta e l'apertura di analisi sta ferma; avviene cioè tutto il contrario di quanto si verifica con gli altri tubi da presa nei quali l'immagine elettronica è fissa e l'elemento esploratore si muove col ben noto moto di scansione. L'intensità istantanea della corrente al collettore eguaglia la fotoemissione dell'elemento di immagine che in un dato istante si presenta davanti all'apertura, quindi varia durante la scansione e forma il video segnale.

Il sistema elettronottico per questo tubo è assai complesso; si tratta di focalizzare l'emissione da un fotocatodo di superficie estesa; basta però mettere a fuoco il solo punto che istantaneamente coincide coll'apertura. Ciò facilita il compito e permette l'uso di componenti delle tensioni o delle correnti deviatrici per correggere la curvatura di campo dell'immagine, qualora intervenga questa forma di aberrazione. Le componenti di correzione possono essere introdotte o alla lente magnetica, o alla tensione acceleratrice. Il dissector tube accoppiato ad un normale preamplificatore fornisce un rapporto segnale/disturbo troppo basso per ottenere immagini di buona qualità; la situazione migliora con illuminazioni estremamente intense o quando il tubo è usato col proiettore nel telecinema. È evidente la necessità di intensificare il video segnale prodotto dal dissettore, mediante l'uso del moltiplicatore elettronico ad emissione secondaria. Si è prrvenuti così ad un tubo rispondente alla fig. 31 dove l'apertura che analizza l'immagine è presentata da un sottile tubo. Si rende in tal modo possibile l'uso di un fotoemettitore opaco invece di uno schermo catodo trasparente, la luce viene attenuata solo leggermente dal tubo metallico.

Il tubetto contiene un piccolo elemento *A* emittente secondario, posto in corrispondenza all'apertura, al quale è conferito un potenziale di pochi volt negativo rispetto al tubetto stesso, che lo contiene. Gli elettroni dell'immagine in movimento entrano nel tubetto attraverso l'apertura, destano l'emissione secondaria della piastrina *A*; gli elettroni secondari si depositano sulle pareri interne del tubetto positivo rispetto ad *A*. Il video segnale è costituito dalla differenza fra la corrente di emissione secondaria e il flusso elettronico entrante nel tubetto.

Con una piastrina *A* di buona qualità si ottiene un rapporto di emissione secondaria > 8. In alcuni esemplari di tubi dissettori la moltiplicazione per emissione secondaria è stata ottenuta includendo nel tubetto recante l'apertura, un minuscolo moltiplicatore dinamico ad emissione secondaria. La fig. 32 mostra un recente tubo di Farnsworth, contenente un moltiplicatore statico a molti stadi. Nelle pratiche applicazioni questi tubi hanno fornito ottimi risultati quando l'illuminazione è abbondante, quindi si usano meglio col telecinema, che per riprese dirette. Sono pure utilmente impiegati in certe applicazioni industriali della TV, laddove non vi sia difficoltà a produrre illuminazioni molto intense. Da quanto precede risulta chiaro che la fotoemissione da ciascun elemento di immagine viene utilizzata solo per un tempuscolo molto breve, quello in cui l'elemento è davanti all'apertura di analisi. Il principio di accumulo, sul quale è basato il funzionamento dell'iconoscopio, porta con sè il grande vantaggio che la fotoemissione continua ininterrotta per tutto il tempo intercorrente fra due passaggi consecutivi del pennello scandente, e viene accumulata sotto forma di carica elettrica in ciascun punto immagine, poi l'intera carica accumulata viene neutralizzata ad ogni periodo di quadro in ognuno degli elementi di immagine, secondo una preordinata sequenza, quando l'apertura di analisi lo raggiunge. Il risultato veramente importante del principio di accumulo è che la fotocorrente effettiva viene moltiplicata per il numero degli elementi di immagine.

Si avverte che con le precedenti note si è ben lungi dall'aver esaurito l'argomento dei tubi da presa per TV, anche a prescindere da quelli per il colore; si ritiene tuttavia di aver fornito un'idea adeguata sul principio informatore e sulle caratteristiche dei principali tubi di analisi oggi in uso.

FINE

SCHEMA ELETTRICO DEL RADIORICEVITORE AM-FM, WATT-RADIO MOD. WR 475

TELEVISORE ZADA

Mod. AZ55 - 101

SCHEMA ELETTRICO DEL RADIORICEVITORE AM-FM, WATT-RADIO MOD. WR 475

SCHEMA ELETTRICO DEL RICEVITORE PER TV, ZADA, MOD. AZ55-101

Tavola allegata al fascicolo n. 4 - Aprile 1958

SIMPSON

ELECTRIC COMPANY (U.S.A.)

STRUMENTI CHE MANTENGONO LA TARATURA

ECCO IL **NUOVO 260!**

Con molte caratteristiche nuove che lo migliorano e lo rendono più utile di prima

NUOVE CARATTERISTICHE

Commutatore per l'inversione delle polarità: rende le misure in c.c. più semplici e veloci .... nessuna inversione dei cordoni.

Nuove portate: 50 Microampere-250 Millivolt: rendono possibili misure più sensibili.... campo di misura delle correnti esteso in sei facili portate.

Scale in due colori (Nero e Rosso): per letture rapide e minore facilità di errori.

Circuiti meno caricati: la sensibilità delle portate di tensione in c.a. elevata a 5.000 ohm-per-volt.

Portate in DBM di uso frequente: —20 DBM a +50 DBM, 1 milliwatt in 600 ohm.

Aumentato il campo di frequenza nelle misure in c.a.: 5 a 500.000 p/s.

Raddrizzatore a doppia semionda: fornisce misure di tensione in c.a. più precise.

Robusto circuito stampato.

PORTATE:

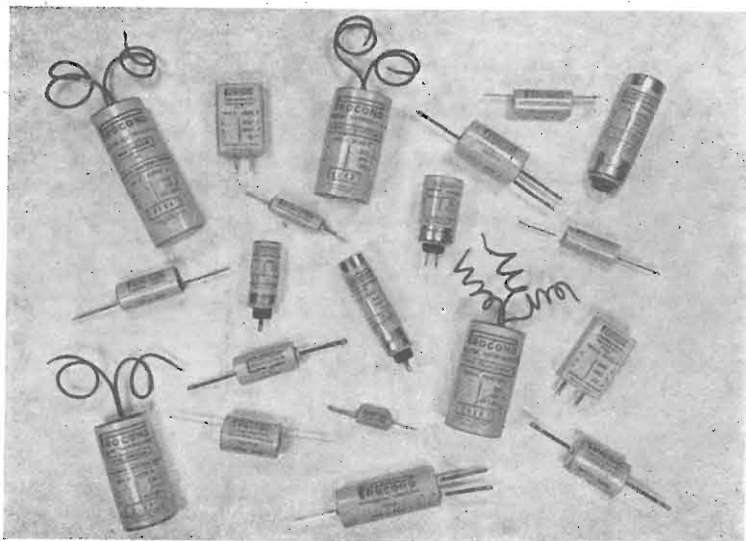
Volt. c.c. (20.000 ohm/V.): 250 mV., 2,5-10-50-250-1000-5000 V.
Volt c.a. (5.000 ohm/V.): 2,5-10-50-250-1000 - 5000 V.
Volt c.a. (con un condensatore interno in serie da 0,1 µf): 2,5-10-50-250 V.
Decibels: da —20 a +50 db. in 4 portate.
Ohm: 0-2.000 ohm, 0-200.000 ohm; 0-20 megaohm.
Microampere c.c.: 50 - **Milliampere** c.c.: 1-10-100-500 - **Ampere c.c.:** 10.

IL TESTER PIÙ VENDUTO NEL MONDO (SINO AD OGGI 3/4 DI MILIONE DI ESEMPLARI)

Agente Esclusivo per l'Italia: **Dott. Ing. MARIO VIANELLO** - Via L. Anelli, 13 - **Milano** (322) - Tel. 553.081

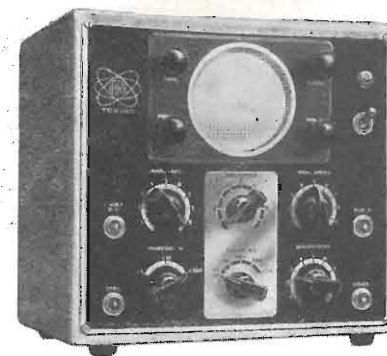
PROCOND

CONDENSATORI ELETTROLITICI

FAÈ DI LONGARONE (Belluno)

Deposito per la LOMBARDIA

Viale Beatrice d'Este, 35

MILANO

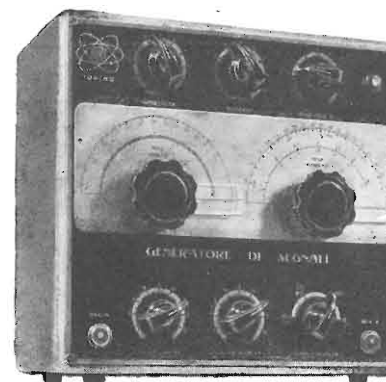
CONDENSATORI per **Radio - Televisione** / **Avviamento Motori Monofase**

GRID - DIP - METER
Dod. 101

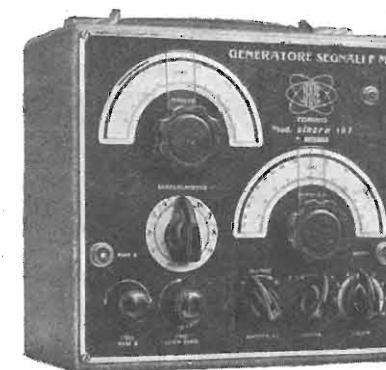
E' uno strumento fondamentale, paragonabile per l'importanza delle sue prestazioni a quelle del normale «tester». In molti casi l'uso del GRID - DIP - METER *è l'unico mezzo per la razionale e rapida ricerca del guasto, e sempre il suo ausilio è prezioso per il giusto orientamento dell'operatore.*

OSCILLOSCOPIO a Larga Banda
Mod. 105

L'Oscilloscopio a Larga Banda Mod. 105 *è il risultato di un lungo e metodico lavoro sperimentale teso alla realizzazione di uno strumento di analisi, di facile uso, prezzo modico, alta funzionalità. Gli amplificatori verticale e orizzontale, a stadi controfase con entrata compensata, assicurano linearità, integrità alla banda passante. Il tubo R. C. impiegato, di tipo nuovissimo, con elettrodo di post-accelerazione, consente una traccia di eccezionale finezza e luminosità.*

OSCILLOSCOPIO a Larga Banda
Mod. 106

Le dimensioni del nuovissimo tubo R. C. DG7/5 *hanno permesso la costruzione di questo strumento, per il peso e le dimensioni realmente portatile. - La moderna concezione del tubo* DG7/5 *consente a tutte le caratteristiche di uno strumento di analisi; il circuito è sviluppato per le più vaste esigenze di linearità, sensibilità, larghezza di banda passante.*

GENERATORE SWEEP-MARKER
Mod. 104

E' uno strumento studiato e realizzato per il servizio TV a domicilio. Le sue prestazioni coprono largamente le esigenze della normale periodica revisione del televisore; le sue dimensioni ridottissime e la solidità della costruzione rendono agevole e sicuro il trasporto.

GENERATORE DI SEGNALI FM
Mod. 107

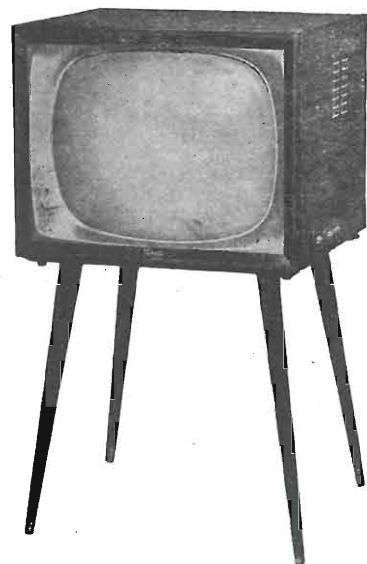
E' superfluo soffermarsi sulla importanza oggi assunta dalla trasmissione radio a modulazione di frequenza. - Il procedimento di taratura visuale panoramica della curva di risposta, oltre alla più alta velocità di lavoro, è l'unico che consente di effettuare l'allineamento con facilità e sicurezza. L'allineamento perfetto del discriminatore è possibile solo osservando il suo funzionamento dinamico, in modo cioè che tutti i valori di tensione si susseguono a coppie eguali per ogni deviazione in più e in meno dal punto centrale.

IARE - TORINO - Via Madama Cristina, 95 - Tel. 682.935

IMPIANTI APPARECCHIATURE RADIO ELETTRONICHE

52/2 serie anie 5 valvole
62/1 serie anie 6 valvole
63/15 classe anie 6 valvole MA-MF
74/1 classe anie MA-MF
76/4 alta fedeltà MA-MF

Stagione 1957/58

UNDA RADIO S.A. - COMO

62/2 fono consoletta MA
63/16 fono tavolo MA-MF
74/2 fono tavolo MA-MF
76/5 fono tavolo MA-MF ***alta fedeltà***
76/6 fono pavimento MA-MF ***alta fedeltà***

TS 12 televisore 17″
TS 15 televisore 17″
TS 58 televisore 21″
TS 82 televisore 24″

Rappresentante Generale TH. MOHWINCKEL - Via Mercalli 9 - Milano

non corrode la punte dei saldatori

FILO AUTOSALDANTE

3

anime deossidanti
resina esente da cloro

massima velocità di saldatura

sviluppo minimo di fumo

ENERGO ITALIANA

VIA CARNIA, 30
TEL. 287.166
MILANO

CAVI PER ALTA FREQUENZA E TELEVISIONE

La S.p.A. CARRETTO & C. ha studiato e messo a punto la serie « **CELLULENE** » di cavi per alte frequenze e televisione del tipo coassiali (60 - 75 ohm) e bifilare (300 - 240 - 150 ohm).

Detta serie di cavi, per le caratteristiche elettriche superiori del dielettrico « **CELLULENE** », per le doti di resistenza agli agenti atmosferici ed all'invecchiamento, per la costanza di prestazioni nelle peggiori condizioni di temperatura (—30° C a +80° C) e di umidità, può soddisfare ogni più esigente utilizzazione.

Ad esempio le caratteristiche **di minimo angolo di perdita e minima attenuazione** dei cavi in « **CELLULENE** » (caratteristiche pressochè insensibili agli agenti atmosferici esterni) hanno permesso la ricezione televisiva a più chilometri dall'aereo ricevente là dove le normali linee di alimentazione non avrebbero potuto portare un segnale sufficiente.

La particolare struttura fisica del dielettrico «**CELLULENE**» a cavità perfettamente stagne, impedisce ogni infiltrazione di umidità o formazione di acqua di condensa nel cavo e pertanto le caratteristiche del cavo non variano che in minima misura con il tempo e con le variazioni meteorologiche.

Nei cavi in « **CELLULENE** » coassiali lo schermo, che assolve pure lo scopo di conduttore di ritorno, è costituito da una treccia di fili di rame ad alta densità di schermatura.

Le guaine esterne, a base di speciale mescola di Cloruro di polivinile, sono state particolarmente studiate per dare ai cavi la massima protezione dagli agenti atmosferici anche dopo lungo tempo di esercizio.

Onde ottenere le migliori prestazioni la posa in opera dei cavi in « **CELLULENE** » deve essere eseguita tenendo presenti le normali precauzioni conosciute da ogni buon tecnico installatore ed in particolare le Norme consigliate dai Servizi Assistenza Tecnica della R.A.I.

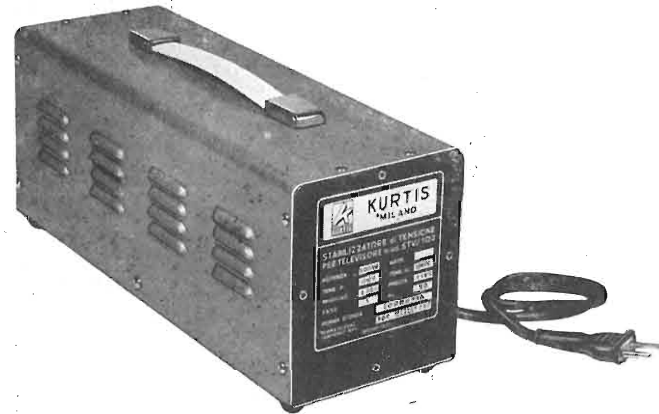
CARATTERISTICHE DEL DIELETTRICO "CELLULENE"	
Peso specifico a 15° C	0,46
Flessibilità al freddo	— 50° C
Punto di rammollimento	105° C
Allungamento a rottura	250%
Carico di rottura	50 Kg/cm²
Costante dielettrica	1,6
Fattore di perdita a 200 Mhz	0,00025
Assorbimento di acqua	trascurabile
Azione dell'acqua marina	trascurabile
Resistenza all'ozono	ottima
Resistenza ai raggi ultravioletti	ottima

La S.p.A. « CARRETTO & C. » costruisce una vasta gamma di cavi per alta frequenza e TV di impedenze e caratteristiche diverse.

Per ogni esigenza il ns. Ufficio Tecnico è a disposizione della Spettabile Clientela.

S.p.A. CARRETTO & C. Fabbrica Conduttori Elettrici - Via Vandalino 101 - Tel. 780.879 - **Torino**

Stabilizzatori di Tensione

ad onda corretta ed interruttore automatico per Televisori

Mantenendo automaticamente costante la tensione di alimentazione del televisore, anche con fortissimi sbalzi della tensione di rete, protegge il cinescopio e gli altri elementi delicati del televisore dalla principale sollecitazione che ne abbrevia la vita.

L'accensione dello stabilizzatore è comandata direttamente dall'interruttore del televisore.

ELIMINA:

- **Le variazioni di luminosità**
- **Le variazioni di dimensioni del quadro**
- **La perdita del sincronismo**

inoltre elimina l'uso di autotrasformatori avendo tensioni d'entrata e d'uscita universali.

KURTIS MILANO

VIALE RIMEMBRANZE di LAMBRATE, 7
TELEFONI 293.529 - 293.351

RAPPRESENTANTI IN TUTTA ITALIA

A R T I

VIA EDOLO 27 - MILANO - TEL. 683718

STABILIZZATORI AUTOMATICI DI TENSIONE "TELM"

serie F.S.R. / 1, 1

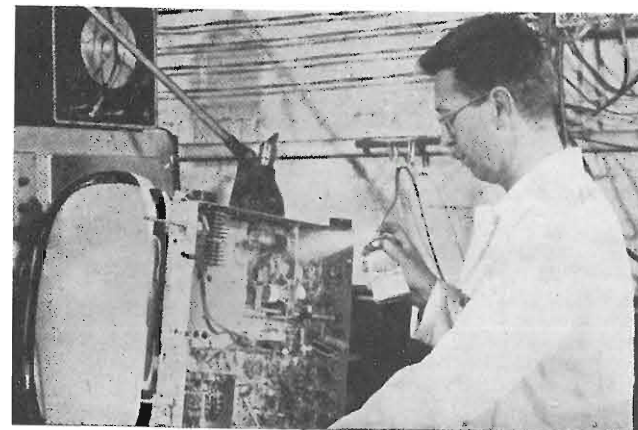
Tensione d'entrata: universale.
Tensione d'uscita: 115-220 volt con stabilità dell'1,5% rispetto al ± 20% della tensione d'entrata e dell'1,2% per variazione dell'1% della frequenza.
Frequenza: 50 Hz (a richiesta 42-45-60 Hz)
Potenza erogabile: 200-250-300-350-400 VA (per i tipi sempre pronti).
Forma d'onda della tensione d'uscita: sinusoidale con fattore di forma 1,1.
Caratteristiche d'uscita: tali da consentire il regolare funzionamento di qualsiasi apparecchio ad esso collegato.
Rendimento a pieno carico: 85% circa.
Fattore di potenza a carico: 0,92.
Temperatura: secondo norme C.E.I.
Funzionamento: anche a vuoto senza pericoli di guasti.
Flusso disperso: alla distanza minima di 50 ÷ 60 cm non ha più nessuna influenza sugli apparecchi alimentati.
Garanzia: anni uno.
A richiesta si forniscono stabilizzatori automatici di tensione a ferro saturo della potenza da 1 a 3000 VA per apparecchiature di precisione e industriali.

•

TRASFORMATORI PER TRANSISTORI

Peso gr. 10

Serie miniatura per apparecchi portatili.
Intertransistoriali e d'uscita controfase.
Serie ultraminiatura per apparecchi per duri d'udito.
Primario ad alta impedenza.
Secondario bassa impedenza.
(Adattamento micro piezoelettrico e transistore).
Intertransistoriali.
Caratteristiche a richiesta.

Peso gr. 1

KRYLON INC. PHILADELPHIA, U. S. A.

Il KRYLON TV, applicato con lo spruzzo a tutte le connessioni di Alta Tensione (bobine, zoccoli, isolanti del raddrizzatore, trasformatore, ecc.), previene l'effetto **corona**, frequente causa di **rigature** e **sfioccamenti** sullo schermo TV. L'applicazione del KRYLON TV elimina pure la formazione di **archi oscuri** causati dall'umidità.

Assicurate il massimo rendimento e più lunga durata agli impianti televisivi con soluzione acrilica

KRYLON TV

Concessionario di vendita per l'Italia:

R. G. R.

CORSO ITALIA, 35 - **MILANO** - TEL. 8480580

una *grande novità*

della BIBLIOTECA TECNICA PHILIPS

è uscito

INTRODUZIONE AL SERVIZIO TV

di H. L. Swaluw e J. Van der Woerd

in lingua italiana

indice

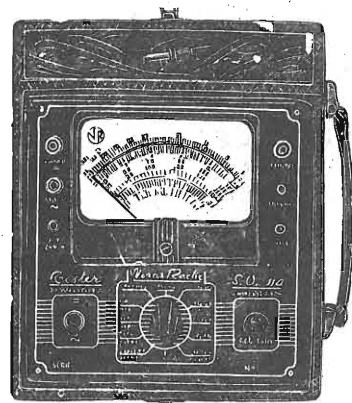
Formazione dell'immagine per mezzo di righe • Il cinescopio e sua costituzione • Focalizzazione e deflessione • Analisi interlacciata • Il segnale video • I segnali di sincronismo • Definizione raggiungibile e larghezza di banda • Alcune immagini di prova • I transitori nei circuiti RC • Modificazione degli impulsi rettangolari nei circuiti integratori e differenziatori RC • Generazione di tensioni a denti di sega • Il segnale RF • Descrizione dello schema di principio e dello schema particolareggiato dei circuiti di un moderno ricevitore TV • Strumenti di misura per il servizio a domicilio • Tabelle di misura; misure punto per punto sul ricevitore completo • Ricerca sistematica del guasto nel ricevitore TV • Il monoscopio • Il moderno selettore « turret » a tamburo • Il sistema intercarrier • Diagnosi di guasti dall'esame di difetti dell'immagine.

caratteristiche

pagine: 300 • illustrazioni: 340
tavole: 3 fuori testo
rilegatura: tela • prezzo L. 3.500

Sconto del 10% ai clienti PHILIPS

VORAX RADIO - Viale Piave, 14 - Tel. 79.35.05 - MILANO

Minuterie viterie pezzi staccati per la Radio e la Televisione - Strumenti di misura

NUOVO TESTER S.O. 114 a 20.000 OHM per Volt
Massima sensibilità - Gran precisione

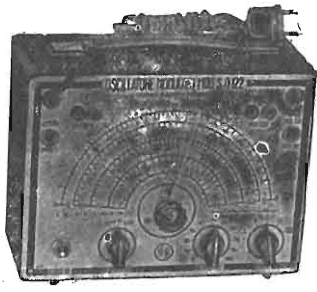
Strumento a bobina mobile da 50 μA
Arco della scala mm. 100 - Flangia mm. 125 x 100

CAMPI DI MISURA
- V. c. c. 10 - 50 - 250 - 1000 - 5000 V. (20.000 Ohm/V.)
- V. c. a. 10 - 50 - 250 - 1000 - 5000 V. (5.000 Ohm/V.)
- A. c. c. 100 micro A. - 10 - 100 - 500 mA.
- Ohm: 2 kOhm - 200 kOhm - 20 Mohm con alimentazione a pile.
- Fino a 400 Mohm con alimentazione esterna da 120 a 160 V. c. a.
- Decibel da — 3 a + 55.

Dimensioni: mm. 240 x 210 x 90
Peso netto: Kg. 1.750

Dimensioni: mm. 240 x 180 x 130
Peso netto: Kg. 4.200 circa

OSCILLATORE MODULATO S.O. 122
preciso, stabile
INDISPENSABILE PER IL RADIORIPARATORE

Modulato a 400 cicli p/s. oppure non modulato - Possibilità di prelevare una tensione a B. F. e di modulazione con tensione esterna - Manopola a demoltiplica da 1 a 6 - Scala a grande raggio - Valvole: oscillatrice-modulatrice 6SN7 più una raddrizzatrice.

GAMME D'ONDA:

A da 147 a 200 KHz	E da 1,4 a 3,5 MHz
B da 200 a 520 KHz	F da 3,5 a 9 MHz
C da 517,5 a 702 KHz	G da 7 a 18 MHz
D da 0,7 a 1,75 MHz	H da 10,5 a 27 MHz

Dimensioni: mm. 240 x 180 x 130
Peso netto: Kg. 4 circa

VOLTMETRO a VALVOLA S.O. 300

Voltmetro a c. c.
(impedenza di entrata 11 Megaohm)
5 - 10 - 100 - 500 - 1000 V

Voltmetro a c. a.
(impedenza di entrata 3 Megaohm)
5 - 10 - 100 - 500 - 1000 V

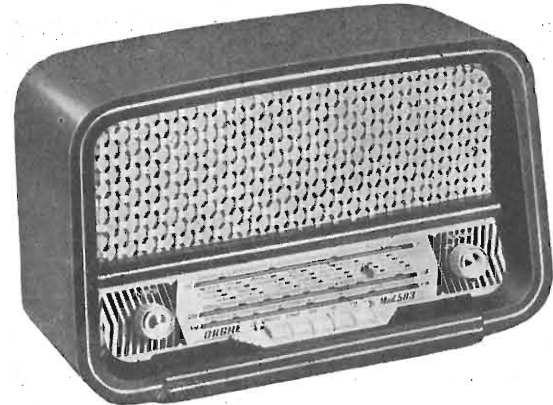
Ohmetro:
da 0,2 Ohm a 1000 Megaohm in 5 portate diverse.

Lettura a centro scala: 10 - 100 - 1000 - 10.000 Ohm e 10 Megaohm.

ORGAL RADIO

DI ORIOLI & GALLO

COSTRUZIONE APPARECCHI RADIO ● PARTI STACCATE

Modello FM. 583

Supereterodina a 6 valvole noval: ECC.85, EF.85, ECH.81. EABC.80, EL.84, EZ.80 - Onde corte, medie e gamma M.F. da 88-100 Mc. - Presa fono - Altoparlante elittico da 150/105 - Alimentazione in c.a. per tensioni da 110 a 220 V. - Commutazione di gamma a tastiera - Mobiletto in materiale plastico - Dimensioni: cm. 32x21x14.

MILANO - Viale Montenero, 62 - Tel. 585.494

Abbonamento annuale L. 3.500 + 70 i.g.e.

Abbonamento abbinato L. 5.000 + 100 i.g.e.

Abbonamento annuale L. 2.500 + 50 i.g.e.

alta fedeltà

BOBINATRICI MARSILLI

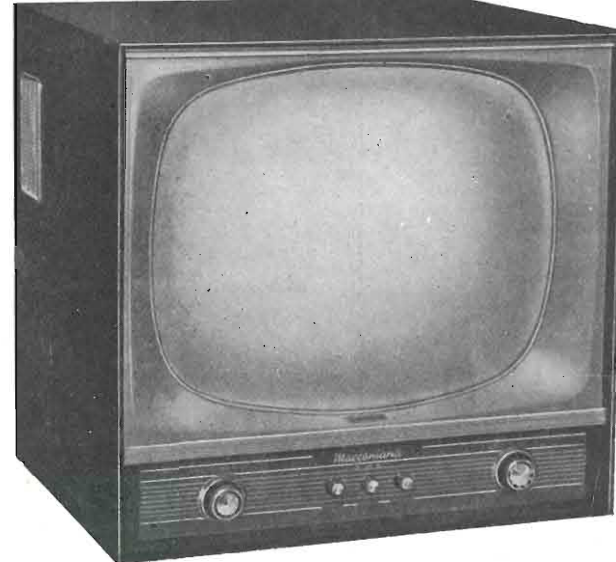
Le macchine più moderne per qualsiasi tipo di avvolgimento

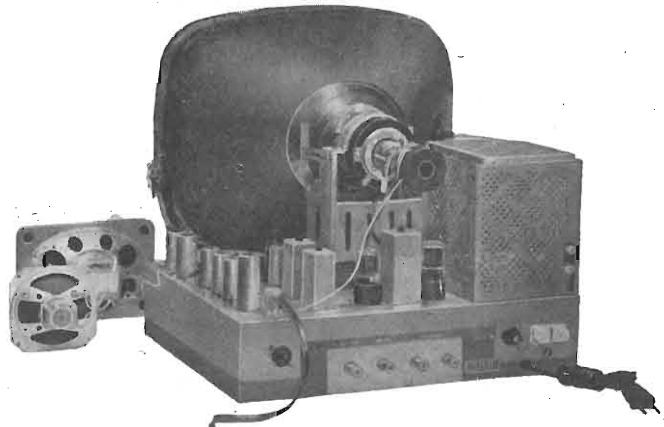
Produzione di 20 modelli diversi di macchine con esportazione in tutto il mondo

ANGELO MARSILLI
TORINO - Via Rubiana, 11 - Tel. 73.827

FIERA DI MILANO
padiglione elettrotecnica
posteggio n° 33057/bis

A. B. R. MARCONIANA

Via Taormina, 38
MILANO
Tel. 683447 - 602605

Scatole di montaggio - Apparecchi montati con mobile o senza
Spedizioni in tutta Italia

Questo è l'interno dei nostri Televisori
un montaggio solidissimo! un gioiello di costruzione!

Nuovissimi per
LINEA FINEZZA QUALITÀ

Scrivendoci verrà inviato GRATUITAMENTE il listino prezzi e cataloghi degli apparecchi e scatole montaggio - Specificare se radiotecnico, venditore, costruttore o radioamatore - La scatola di montaggio può essere richiesta in più pacchi - Telaietti gruppo cascode 12 canali, e tutti gli altri componenti vengono spediti già tarati - Alla scatola di montaggio è annesso GRATUITAMENTE, oltre agli schemi, descrizioni e piani di montaggio, una pubblicazione sui principii della Televisione, funzionamento dei circuiti ecc.

Per zone libere cerchiamo rappresentanti

VALVOLE
VALVOLE
VALVOLE
VALVOLE
VALVOLE
VALVOLE

TUBI T.V.

ACCESSORI RADIO E T.V.

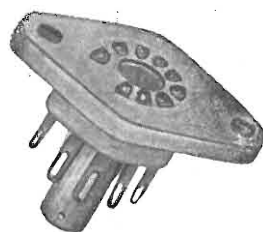
SCONTI ECCEZIONALI

PHILIPS - TELEFUNKEN
FIVRE - MARCONI
R.C.A. - SILVANIA - DUMONT
TRANSISTORI

RADIO ARGENTINA - ROMA
VIA TORRE ARGENTINA, 47 - TELEF. 565.989

RICHIEDERE OFFERTA

PRIMARIA FABBRICA EUROPEA
DI SUPPORTI PER VALVOLE RADIOFONICHE

di G. GAMBA

ESPORTAZIONE IN TUTTA EUROPA ED IN U.S.A. - FORNITORE DELLA «PHILIPS»

Sede: **MILANO** - Via G. DEZZA 47 - TELEF. 44.330 - 48.77.27
Stabilim.: **MILANO** - Via G. Dezza 47 - **BREMBILLA** (Bergamo)

TERZAGO TRANCIATURA S.p.A.
Milano - Via Taormina 28 - Via Cufra 23 - Tel. 606020 - 600191 - 606620

LAMELLE PER TRASFORMATORI DI QUALSIASI POTENZA E TIPO - CALOTTE E SERRAPACCHI PER TRASFORMATORI - LAVORI DI IMBOTTITURA

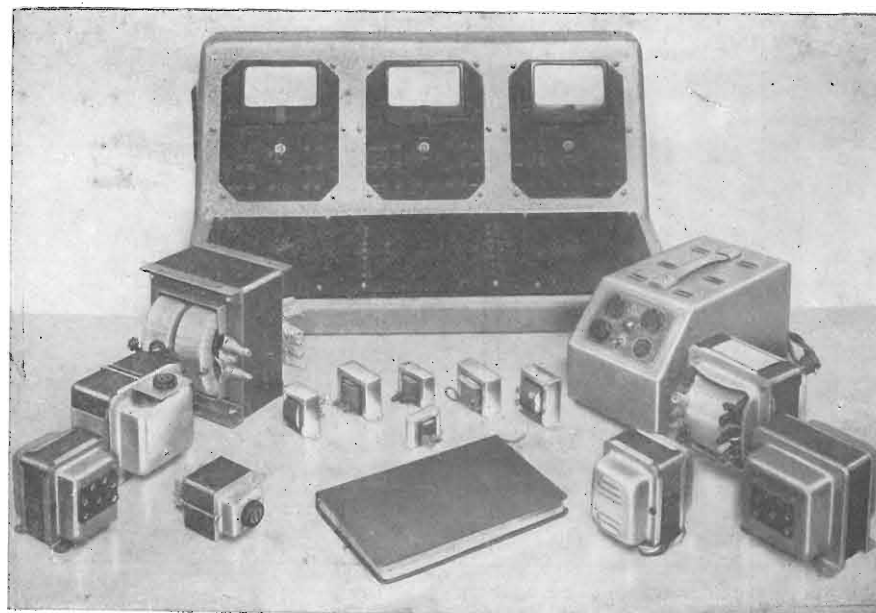
La Società è attrezzata con macchinario modernissimo per lavorazioni speciali e di grande serie

---

L. A. R. E.
LABORATORIO AVVOLGIMENTI RADIO ELETTRICI

Via Marazzani, 8 (Via Palmanova) — **Dalla Pria** Milano — Telefono 240.469

Autotrasformatori di linea e di alimentazione
Trasformatori per Televisione e Radio
Serie complete ed esecuzioni speciali
Stabilizzatori a ferro saturo di alta qualità

Massima rigorosità di calcolo...
Massima accuratezza di esecuzione...
Massima sicurezza di buon funzionamento!

LESA S. p. A. - MILANO - VIA BERGAMO N. 21

Solamente i competenti, purchè disinteressati, possono confermare che gli equipaggi fonografici

LESA

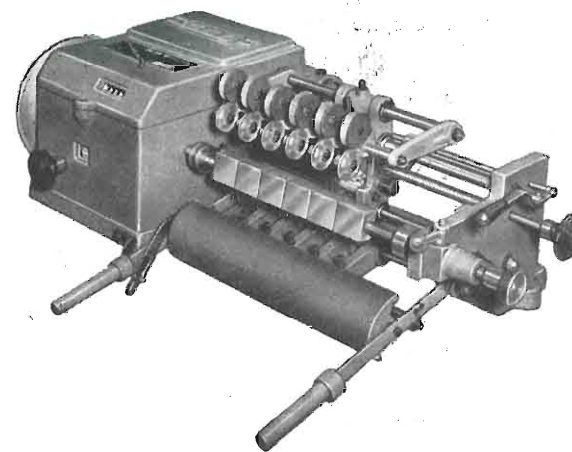
sono universalmente riconosciuti i migliori

La LESA è in Europa la più antica e la più rinomata fabbrica costruttrice di Equipaggi Fonografici. I primi Equipaggi Fonografici con motore ad induzione e rivelatore ad alto rendimento venivano costruiti in Europa dalla LESA nel 1929

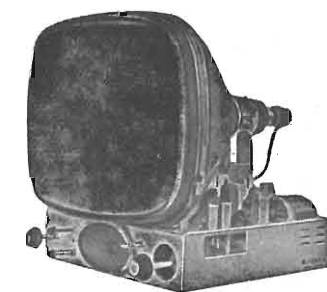
GLI UTENTI ESIGANO CHE LE LORO APPARECCHIATURE FONOGRAFICHE VENGANO SEMPRE EQUIPAGGIATE CON PRODOTTI

R. M. T.
VIA PLANA, 5 - **TORINO** - TELEF. 885.163

BOBINATRICE tipo UW / 330 - T.

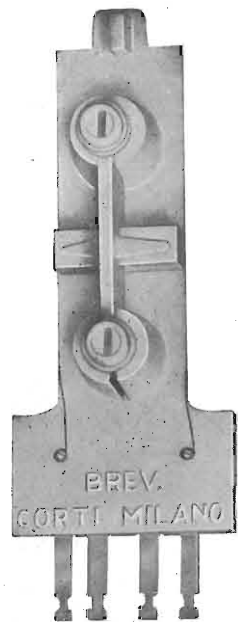
Per fili da mm. 0,06 a mm. 0,8 - diam. max. d'avv. mm. 120 X 330 di lunghezza - per il bobinaggio multiplo di più bobine contemporaneamente

Riduce i vostri tempi di lavorazione - Garanzia assoluta di massima precisione nella produzione - Semplicità di manovra - Alte velocità di lavorazione - Otterrete un miglior prodotto

---

Astars di ENZO NICOLA

TELEVISORI PRODUZ. PROPRIA e delle migliori marche nazionali ed estere
Scatola montaggio ASTARS a 17 e 21 pollici con particolari PHILIPS E GELOSO
Gruppo a sei canali per le frequenze italiane di tipo « Sinto-sei »
Vernieri isolati in ceramica per tutte le applicazioni
Parti staccate per televisione - MF - trasmettitori, ecc.
« Rappresentanza con deposito esclusivo per il Piemonte dei condensatori C.R.E.A.S. »

A/STARS Via Barbaroux, 9 - TORINO — Tel. 49.507 — Tel. 49.974

Via Palestrina, 40 - Milano - Tel 270.888

Bobinatrici per avvolgimenti lineari e a nido d'ape

GINO CORTI - MILANO

Medie Frequenze A.M.
Formato 25 x 25 x 68 - Mod. 101
Parametri elettrici entro Capitolati ANIE

Medie Frequenze Miste. A.M. - F.M.

Formato 25 x 40 x 55 - Mod. 101 F.M.
F.M. Mc. 10.7 - A.M. Kc. 467
Parametri elettrici entro Capitolati ANIE

Bobine per Transistori
1° Antenna ferrite.
2° Bobina oscillatrice.
3° Terna trasf. M.F. 455 Kc.

Tutte le bobine per Televisione

Sono sempre di produzione Gruppi A.F. a 2 - 3 - 4 gamme per tutti i tipi di valvole convertitrici.
Ricambio: Medie 311 - 313

MOD. 101

Ing. R. PARAVICINI S. R. L.

MILANO
Via Nerino, 8
Telefono 803.426

BOBINATRICI PER INDUSTRIA ELETTRICA

TIPO AP 1

Tipo **MP2A.** Automatica a spire parallele per fili da **0,06 a 1.40 mm**

Tipo **M P 3** Automatica a spire parallele per fili da **0.05 a 2 mm**

Tipo **MP3M.4** o **M. 6** per bobinaggi **MULTIPLI**

Tipo **PV 4** Automatica a spire parallele e per fili fino a 3 mm

Tipo **PV 4M** Automatica per bobinaggi **MULTIPLI**

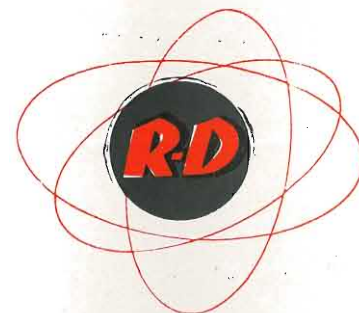
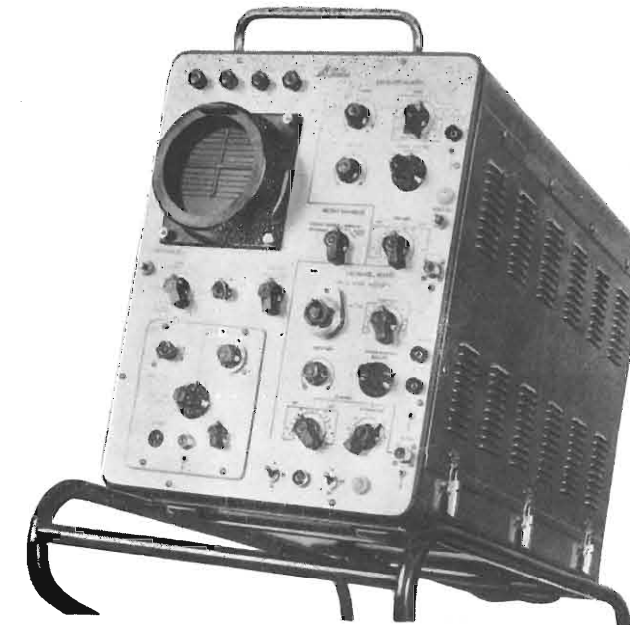
Tipo **P V 7** Automatica a spire incrociate - Altissima precisione
Differenza rapporti fino a **0.0003**

Tipo **A P 1** Semplice con riduttore - Da banco

PORTAROCCHE TIPI NUOVI
PER FILI **CAPILLARI** E **MEDI**

Fiera Campionaria di Milano
Padiglione 33 - Stand 33176

Autorizz. Trib. Milano 9-9-48 N. 464 del Registro - Dir. Resp. LEONARDO BRAMANTI - Proprietà Ed. IL ROSTRO
CONCESSIONARIA PER LA DISTRIBUZIONE IN ITALIA S.T.E. - Via Conservatorio, 24 - MILANO - Tip. TIPEZ - V.le G. da Cermenate, 56

RIBET DESJARDINS

MESURE
CONTRÔLE

OSCILLOSCOPES ET SYNCHROSCOPES

MODÈLES	VOIES	BALAYAGE	AMPLI V		TEMPS RÉPONSE	MARQUEUR	TUBE CATHODIQUE Ø	DOMAINES D'UTILISATION
			Bande passante Hz-MHz	Sensibilité mV/p à p/cm				
204 A	1	0,01 μs - 5 s/cm	0-70	50	0,007	étalonné + 100 μs	125	Etudes spéciales
251 A	2	0,02 μs/cm-4 ms/cm	0-30	50	0,02	étalonné	125	Laboratoire (en préparation)
252 BL	1	0,1 μs-4 ms/cm	0-10 10-10	80 50	0,04	0,05 μs-1000 μs	125	Transitoires complexes - Télévision
254 A	2 1	0,1 μs/cm-1 s/cm 0,1 μs/cm-1 s/cm	0-3 0-10	20 50	— 0,045	étalonné	125	Laboratoire (en préparation)
255 A	1	0,3 μs/cm-0,01 s/cm	0-4	150	0,12	0,4 μs 4 ms	70	Chantiers, installations mobiles
256 A	2	1 μs/cm-1 s/cm	0-1 (1V) 0-1 (2V)	15 70	—	étalonné	90	T.B.F.
258 A	1	2 μs/cm-20 ms/cm	10-1	50	—	—	70	Portatif Télévision - Transitoires
264 B	2	1 μs/cm-0,05 s/cm	20-2	6	—	—	90	Laboratoire
	1	1 μs/cm-0,1 s/cm	0-1 10-0,8	250 8	—	—	90	Universel
268 A	1	10 Hz à 30 KHz	10-1	45	—	—	70	Portatif Télévision

Rappresentante esclusivo per l'Italia:

APPARECCHI e STRUMENTI SCIENTIFICI ed ELETTRICI

MILANO Piazza Erculea, 9 già Rugabella - Telefono 891.896 - 896.334

Fiera di Milano - Pad. Elettrotecnica - Stand 33131